دولة قطر

دراسة لظروف البيئة الطبيعية وعلاقاتها

تأليف

الدكتور/ محمد عبد الله ذياب

ماچستير ودكتوراه فى الچيومورفولوچى مع مرتبة الشرف الأولى

جامعة القاهرة - جمهورية مصر العربية

القاهرة

١٤٢١هـ / ٢٠٠١م

دار الفكر العربى

٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة

٩١٥,٣٦ م ح د و

محمد عبد الله ذياب.

دولة قطر : دراسة لظروف البيئة الطبيعية وعلاقتها/ تأليف محمد عبد الله ذياب. -القاهرة: دارالفكر العربى، ٢٠٠١.

[٩٠٠] ص : إيض ؛ ٢٤سم.

بيليوجرافية : ص٨٣٣-٨٥٠ .

يشتمل على ملاحق .

يشتمل على ثبت بالمصطلحات العلمية التى وردت فى الكتاب : إنجليزى - عربى .

تدمك : ٢-١٣٥٧-١٠-٩٧٧

١- قطر- جغرافية. ٢- قطر- الجغرافيا الطبيعية . أ- العنوان.

تصميم وإخراج فنى

حسن الشريف

حورس للطباعة والنشر (مهندس / هشام الشربينى وشركاه)

١ ش الدقى - خلف رقم ١٨٤ ش بورسعيد - السيدة زينب ت : ٣٩٥٧٦١٤

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿قُلْ إِنَّ صَلاتِي وَنُسُكِي وَمَحْيَايَ وَمَمَاتِي لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ﴿١٦٢﴾ لا شَرِيكَ لَهُ وَبِذَلِكَ أُمِرْتُ وَأَنَا أَوَّلُ الْمُسْلِمِينَ ﴿١٦٣﴾﴾

صدق الله العظيم [سورة الأنعام]

إهداء

إلى أمي

الَّتي علَّمَتْنِي مَعَانِيَ الحُبِّ .. كُلَّ الحُبِّ .. والوفاءِ لَه ..
وغَرَسَتْ فيَّ بُذورَ الواجِبِ .. كُلَّ الواجِبِ .. واحْتِرامَه ..
وأوْرَدَتْني مَنَابِعَ الصَّبْرِ .. وأسْقَتْني وادِعَهُ .. للاقْتِدارِ عَليه ..
وأوْرَثَتْنِي الإخْلاصَ في العَمَلِ وإتْقَانَه .. والمُثابرةِ في تأدِيَتِه ..

إذا حَمَلْنَا (**لِقطر**) أوْ (**لَهَا**) شَجَنًا
لَمْ نَدْرِ أيِّ هَوى (**الأمَّيْن**) يُشْجِينا

(مع الاعتذار)

محتويات الكتاب

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الجغرافيا بفرعيها من العلوم الديناميكية، لارتباطها ببيانات متجددة، وإحصاءات متغيرة، فكان لابد من استخدام أساليب للتحليل متقدمة، وتقنيات متطورة، تخدم بقدر الإمكان الخطة التي انتهجتها، والموضوعات التي اشتملتها هذه الخطة دون أن يؤثر هذا المنحى على المحتوى، ويطبعه بطابع كمي بحت، لما في ذلك من مآخذ قد تنأى بنا بعيدا عن المحيط الذي نجول فيه. وقد ارتأيت - من المفيد - أن أنوه للقراء الأعزاء وأكشف لهم وأخص بالذكر المتخصصين منهم، أنهم سيلاحظون بعض التفصيلات التي قد يرونها - من وجهة النظر الخاصة - أنها مملة، أو أن حجم بعض الفصول قد خرج عن المألوف مبالغة فيه، مما يعطي انطباعا بعدم تحري التناسق والتوافق بين موضوعات الكتاب.

ولكنني أستميح القراء العذر وأقول: بأن بعض الموضوعات تلقى أهمية خاصة، وهي كذلك، كالمناخ وموارد المياه، إذا عرفنا ما لهذين الموضوعين من أهمية حيوية لبلد يقع ضمن الإقليم المداري، ويتمتع بظروف الجفاف، ويبدو لي أن بعض الموضوعات رغم أهميتها محدودة في ذاتها، مقتضبة في تفصيلاتها كفصلي الجيولوجيا، والتربة والنبات الطبيعي؛ لأن المطلوب إعطاء صورة للتوزيع وأشكاله وأنماطه وتفاعله ومحصلته وعلى كل حال سيتضح ذلك في التالي:

يعالج هذا الكتاب موضوع **(دولة قطر - دراسة لظروف البيئة الطبيعية وعلاقاتها)**، وينقسم إلى بابين يضمان عشرة فصول، يختص الباب الأول بدراسة:

أولا: شبه جزيرة قطر: وتضم ستة فصول ناقشها الباحث كالتالي:

١- يبحث الفصل الأول في **«طبوغرافية شبه الجزيرة»** من حيث خصائص الموقع والمساحة، وتقسيم شبه الجزيرة إلى خمس وحدات جغرافية طبيعية رئيسية لكل خصائصها مع الإشارة بنوع من التفصيل غير المفرط لبعض الوحدات الطبيعية



الثانوية ليزداد القارئ العادي معرفة، والمتخصص اهتماما وإضافة، وقد ضَمَّن الباحث في دراسته تحديد الوحدة الجغرافية وموقعها الفلكي والمساحة التي تشغلها، وميز بين الموجب والسالب من الظاهرات الطبوغرافية بمعيار سطح البحر ومستوى سطح الأرض، واهتم بذكر أبعاد الظاهرة وارتفاعاتها وانحداراتها وعلاقاتها.

٢- يناقش الفصل الثاني «**جيولوجية شبه الجزيرة**» من حيث أهم التكوينات وتوزيعها أفقيا (مساحيا)، وأنماط هذا التوزيع، وتتابعا (رأسيا) طباقيا، وخصائصه وعلاقة ذلك بظاهرات التخالف وعدم التوافق وبالبيئة الترسيبية، ثم دراسة البنية الجيولوجية لإبراز أهم التراكيب البنيوية الإقليمية والمحلية، وعالج هذا الفصل التطور الجيولوجي مرتكزا على النشأة والتكوين والتغيرات المناخية، وعبر قسمين شهدهما تأريخ قطر الجيولوجي، ما قبل الثلاثي، وما بعد الثلاثي.

٣- يعالج الفصل الثالث «**جيومورفولوجية شبه الجزيرة**» وفيه تصنيف لأشكال السطح اليجومورفولوجية: كالأشكال الساحلية، والسبخات، والأحواض المغلقة والمُسُل المائية والأودية الجافة، والتلال والشواهد الجيرية، والأشكال الرملية الهوائية، وتوزيعها وأنواعها وأنماط هذا التوزيع، وطبيعة العلاقة بينها، وعوامل نشأتها وتشكيلها، وآثارها على عناصر البيئة الأخرى.

٤- ويشتمل الفصل الرابع على دراسة «**مناخ شبه الجزيرة**» وإلقاء الضوء على جانبين أساسيين هما: مجموعة العوامل التي تؤثر في مناخ شبه الجزيرة: كالموقع الفلكي، والموقع من كتل اليابس، والتضاريس، والكتل الهوائية، والتيارات البحرية، وعناصر المناخ المتمثلة في: الإشعاع الشمسي وحرارة الهواء، وتوزيع الضغط الجوي والرياح، والمنخفضات الجوية، والتبخر، والرطوبة الجوية، ثم دراسة أهم مظاهر التكاثف والتركيز على الضباب والسحب والأمطار، مستخدمين بالإضافة إلى أساليب المعالجة والتفسير الوصفي، منهجية وأساليب كمية للتحكم في كثير من قضايا العلاقات والارتباطات، وتقيس درجات الصلة والتقارب أو التباعد، وتكشف مدى التركز والانتشار بين مختلف الظاهرات.

٥- ويظهر في الفصل الخامس معالجة **«جغرافية التربة والنبات الطبيعي»** وهما إحدى عناصر البيئة الطبيعية وركيزة أساسية، إذ يتأثر كل منهما بالآخر، ويخضعان معا للظروف المناخية والتكوينات الجيولوجية، لذا جنحت في دراسة التربة نحو مناقشة ضوابط التربة القطرية وعوامل تكوينها وتوزيعها، واتخذت من هذه العوامل أساسا لتصنيفها، ثم عرجت على دراسة خصائص التربة ومعالجة قطاعاتها وآفاقها، لأخلص إلى تصنيفها تبعا لمقدرتها الإنتاجية، ولعل حياة الكساء النباتي تتأثر نموا وتوزيعا وتركزا بعوامل بيئية طبيعية كانت أو بشرية، فنالت من الدراسة الأولوية، تبعتها دراسة تصنيفية للنبات وفق توزيعها المكاني، ويتفق في بعضها مع أنواعها بسبب انتشارها في مناطق كثيرة، ولكي يكتمل عقد هذا الفصل ذيلناه بمعالجة خصائص النباتات الطبيعية، وميزنا وفق تكيفها وملاءمتها لظروف البيئة القطرية بين ثلاثة أنواع رئيسية مع سرد أمثلة لكل منها.

٦- ولا يخفى على أحد ما لموارد المياه من أهمية حيوية في منطقة هامشية الموقع، صحراوية المناخ كقطر، فأفردنا الفصل السادس لدراسة **«موارد المياه في شبه الجزيرة»** دراسة مستفيضة، وعالجناها بداية بمياه متعددة المصادر: كالأمطار وخصائصها واحتمالات سقوطها ومعدلاتها وتقديراتها العامة، وتحديد أحواض التصريف وتقدير حجم التساقط عليها، والفاقد منها، ومقدار التغذية الجوفية وموازنة المياه السطحية، وختاما ركزنا على المياه الجوفية من حيث علاقتها بالتراكيب الجيولوجية وأنظمة الطبقات الخازنة لها ومصادرها واستخداماتها منزليا وزراعيا، وموازنتها أفقيا ورأسيا، ودراسة خصائص هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية مياه الآبار، ومدى التغير في ملوحتها، والمشكلات المترتبة على كل ذلك، وكيفية المحافظة عليها.

ويختص **الباب الثاني** بدراسة:

ثانيا: **الجزر القطرية**: وقد تمت معالجتها من خلال أربعة فصول:

١- اهتم **الفصل السابع** بدراسة **«الخصائص العامة لمياه قطر الإقليمية»**، من حيث: الموقع والمساحة، وخطوط أعماق مياه الخليج العربي، وملوحة المياه السطحية، وحركة كل من الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية ثم دراسة لخصائص الرفرف القاري.

٢- وفي **الفصل الثامن** تمت معالجة **«طبوغرافية الجزر القطرية»** بتصنيفها على أساس الموقع من شبه الجزيرة إلى ثلاث مجموعـات، وحاولنا تحديد مساحات وأبعاد الجزر وأطوال سواحلها، ودراسـة الوحدات الجغرافية الطبيـعية في جزر كل مجموعة كلـما سنحت الفرصة بذلك، ومقارنتها مع مـا يقابلها من الساحل الغربي لقطر.

٣- تعرض **الفصل التاسع** لـ **«جيـولوجية الجـزر القطرية»** وفيـه ناقشنا ثلاثة موضوعات أساسية تمثلت في توزيع الصخـور وخصائص تتابعاتها الطباقية، والبنية الجيولوجية، ومن ثم التطور الجيولوجي.

٤- ركزت الدراسة اهتـمامها في **الفصل العاشر** على **«جيومورفـولوجية الجزر القطرية»** وعالجناها عبر جانبين، اخـتص الجانب الأول بأقسام الجزر القطرية التي تم تصنيفها على أساس النشـأة والتكوين، وانفرد الجانب الثاني بدراسة الأشكال الجيومـورفولوجية التي تماثل من حيث التـصنيف الأشكال في شبه جزيرة قطر.

وقد حـاولت جـاهدا وبعد طول عناء أن أذيل المؤلَّف بملاحـق إضافـية، استخلصتها من بين الكم الهائل من البيانات، وتعريب للمصطلحات العلمية، علها تفيد القارئ والاختصاصي، ولهذا خرج الكتاب في ثوب جديد مدعما ومزودا بعدد كبير من الخرائط والرسومات والأشكال البيانية والملاحق التي قد تعين القارئ أو أي باحث قد يفكر في إضافة ما يستجد؛ لأن علم الجغرافيا كما ذكرنا متجدد.

ولا يفوتني في هذا المقام من تقديم الشكر والتقدير لكل من ساهم أو حاول أو دأب على تشجيـعي لإخراج هذا الكتاب، وأخص منهم الأخ الدكـتور سيف الحجري، والقـائمين على إدارة البحوث الزراعية والمائية، مـديرا ورؤساء شعب ومهندسين، وعرفانا بالجميل، وتقديرا للجهد، فلا أخالني أنزع حقا أو أستبيح وقتا بذله الأستاذ/ عطا الله محمد حنيطي في مراجـعة لغوية لنصوص كنت أعرضها عليه، بكل اهتمام واقتدار، فجزاه الله عني كل خير.

وكلمة أخيرة أقولها: كم هي جـديرة قطر الحبيبة بكتاب يدرس الأرض التي عليها بحـصيرها الأصفر وبساطهـا الأخضر، ومحاسن صحـرائها لنرى كيف

نستغلها، ومساوئها لنفكر في ماهية التـحدي والاستجابة لها، ومع ذلك فأرضها جواد، وماؤها فرات، فكم كنت أود أن يكون لي شرف تحرير هذا الكتاب، ولسان حالي يقول: هل يا ترى ستتاح لي الفرصة يوما، ويجد المؤلِّف إلى النور بابا؟.

فالدراسة التي أقدمها اليوم ليست سوى حجر في البناء الكبير الذي أفتخر أن أشارك في تشييده، وكم كنت أتضرع إلى العلي القدير أن يهبني الحول والقوة (فلا حول ولا قوة إلا بالله) لأغرس غرسـتي، وأسقي زرعتي، وأجني ثمرتي، لأطعم إلفتي، فأجد ضالتي، وأحقق أمنيتي، عساي أرد لـقطر الحبيبة شيئا مما أحاطتني به من حنان وبر وعطف وإحسان.

كمـا وأنني أرحب بكل ما يقدمه المخـتصون والقـراء من نقد بناء، وفكر معطاء، وملاحظات وتعليقات تسهم مستقبلا بمزيد من الإجادة وتوخي الدقة. علنا نحقق ما نرجوه.

فالعون لا أستمده إلا من الله، والتـوفيق لا يمنحنيه إلا إياه، فعليه أتوكل سبحانه وإليه أنيب، فهو رب العرش العظيم.

الدوحة في: ١٣ ربيـــع الأول ١٤٢١هـ
١٥ يونيو (حزيران) ٢٠٠٠م

المؤلِّف
د/ محمد عبدالله ذياب

قائمة الخرائط والأشكال

الباب الأول: شبه جزيرة قطر

الفصل الأول: طبوغرافية شبه جزيرة قطر

الفصل الثاني: جيولوجية شبه جزيرة قطر

الفصل الثالث: جيومورفولوجية شبه جزيرة قطر

الفصل الرابع: مناخ شبه جزيرة قطر

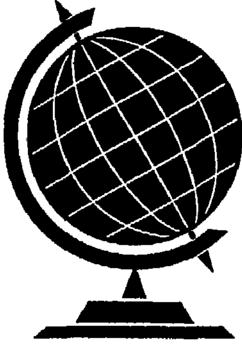


قائمة الخرائط والأشكال
الباب الثاني: الجزر القطرية

تابع الباب الثاني: الجزر القطرية

قائمة الجداول - الباب الأول

قائمة الجداول: الباب الثاني: جزر قطر



الفصل الأول

طبوغرافية شبه جزيرة قطر

أولا: الموقع والشكل والمساحة

ثانيا: طبوغرافية شبه جزيرة قطر ومناطقها الجغرافية

١- منطقة السهل الساحلي

٢- منطقة السهل الداخلي.

٣- منطقة الحزوم الوسطى.

٤- منطقة دخان.

٥- منطقة الصحراء الجنوبية.

(أ) منطقة العريق (العرايج).

(ب) منطقة الطوار الميوسينية.

(جـ) منطقة السطوح الصخرية.

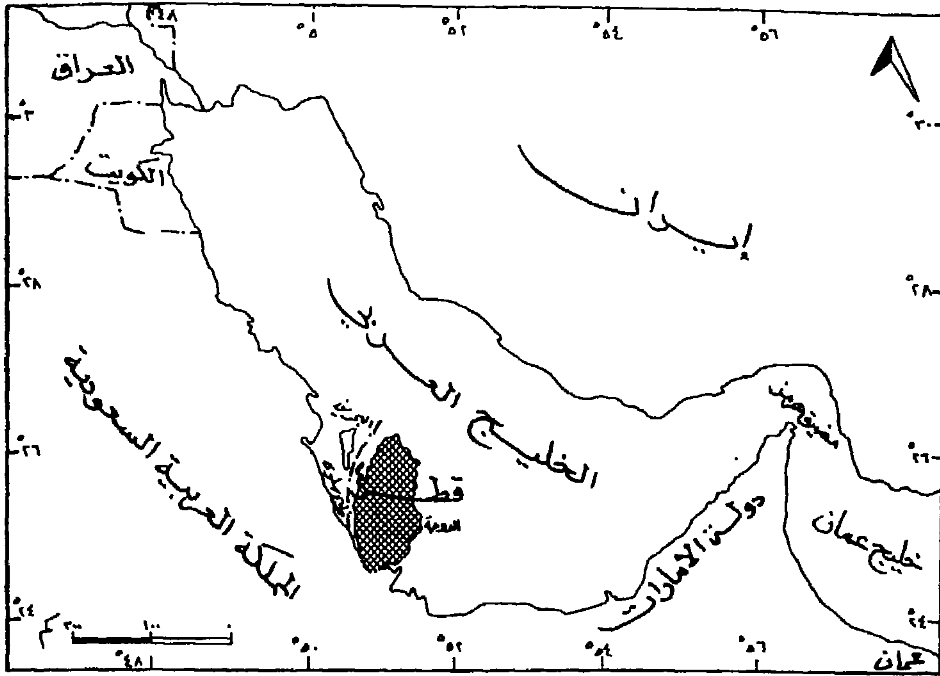
(د) منطقة الكثبان الرملية.

أولاً: الموقع والشكل والمساحة:

تقع شبه جزيرة قطر (خريطة رقم ١-١) عند النهاية الجنوبية الغربية للخليج العربي، أي أنها تمثل الحد الفاصل بين منطقة الهلال غير الخصيب الممتد من «رأس مسندم حتى خور العديد»، ومن «أبو سمرة حتى أم قصر»، وتبرز كنتوء صخري وسط مياه الخليج فيما بين خطي عرض (٢٢ً ١٨َ ٢٤ْ، ٣٠ً ١َ ٢٧ْ) شمالا، وخطي طول (٣٠َ ٥٠ْ، ٩ً - ٥٣ْ) شرقا، وبهذا الامتداد تتخذ شكلا طوليا شمالي - جنوبي يتفق ومحور القوس القطري، حيث يبلغ أقصى امتداد لها من رأس ركن في الطرف الشمالي حتى أبعد نقطة على الحدود القطرية السعودية عند سوادانثيل في خط مستقيم حوالي (١٨٨) كم، وأقصى عرض لها بين الدوحة ودخان في خط مستقيم كذلك يبلغ في حدود (٨٥) كم، وتبلغ مساحة شبه جزيرة قطر وفق القياسات البلانيمترية والإحداثيات المتعامدة (١١٧٥٠) كم٢.

أما موقعها المحلي فهي عبارة عن شبه جزيرة تحتضنها مياه الخليج العربى الدافئة من جهتي الشرق والشمال، ويشكل خليج سلوى منطقة الطية المقعرة الواقعة إلى الغرب منها، فحال دون اتصالها بساحل الإحساء والبحرين، إلا أنها تتصل بيابس الجزيرة العربية من جهة الرسغ القطرى أي الجنوب، حيث يمتد القطاع البري من رأس خليج سلوى عند «أبو سمرة» حتى «خور العديد»، بعرض يبلغ على طول خط مستقيم (٤٢) كم، فهي بهذا الموقع وذلك الشكل أصبحت مفتوحة على مياه الخليج العربي مباشرة، فحققت الكثير من المزايا والخصائص التي انفردت بها دون سواها من الدول العربية المطلة على الخليج، فامتدادها الطولي في مياه الخليج مكّن لها تصيّد الرياح الحاملة للأمطار، ووفّر لها عنصر التحكم في حركة المياه والتيارات البحرية في الجزء الجنوبي الغربي من حوض الخليج العربي وحدّد لها مساراتها، وأتاح لها إمكانية تخيُّر واستغلال شطوط اللؤلؤ ومصائد الأسماك ومكامن الزيت الخام في حقوله البحرية، وجعلها ممرا ومقرا للعديد من المواخر والبواخر التي تعبر الخليج، فتزداد موانيها، الأمر الذي مكّن لها سبل الاتصال الخارجي والاحتكاك المباشر بما يعود عليها بالنفع، والخير العميم.





شكل رقم (١ - ١) خريطة موقع قطر من حوض الخليج العربي

كما أن السواحل القطرية - رغم استقامة بعض قطاعاتها - تتميز بالعديد من التعاريج سواء كانت تقوسات لليابس داخل البحر كالرؤوس، التي منها رأس لفان، فهو من المواضع التي أصبح لها شأن عظيم بعد أن قررت الدولة وبدأت في تنفيذ مشروعات إنشاء أكبر مجمع صناعي بل وسكني على أرضه، إذ تنطبق عليه كغيره من التقوسات مواصفات الموقع وخصائص الموضع، أو تداخلات مائية ساحلية في اليابس كالأخوار والدوحات والخلجان جعلت منها ملاذات طبيعية، وملاجئ محمية للسكان والسفن معا، ومراكز انطلاق لها نحو البحر؛ لاستغلال ثرواته الطبيعية في فصل الصيف، ونحو الداخل لممارسة ما ورثوه من صيد وما احترفوه من رعي وزراعة في فصل الشتاء، كأنها رحلة الشتاء والصيف، بل هي كذلك.

ولئن دعت أهمية خصائص الموقع والشكل والمساحة إلى تحرّي دورها في إعطاء صورة مبسطة عن شخصية قطر الجغرافية، فإن التعرف على جوهر هذه الشخصية وانعكاساتها من أولويات هذه الدراسة التي سنعرض لها فيما بعد؛ لأن الشكل والمساحة وما تضمه من ملامح ومظاهر طبوغرافية تبرز من خلالها

الشخصية الطبيعية لشبه جزيرة قطر، ما هي إلا نتاج عمليات البناء الجيولوجية، وتشكيل العوامل الخارجية.

ثانيا: طبوغرافية شبه جزيرة قطر ومناطقها الجغرافية:

تتميز أراضي شبه جزيرة قطر بطبوغرافية متباينة، أنتجتها وحددت ملامحها العامة عمليات البناء الجيولوجية، ثم خضعت لعوامل التشكيل الخارجية، فأفرزت أشكالا وظاهرات جيومورفولوجية سنفرد لها فصلا خاصا من هذه الدراسة، وإن كانت السمات التي اقترحناها تعكس لنا التباين الطبوغرافي الواضح على الخريطة الأوروجرافية Orographic Map، فإنها لا تكشف لنا عن الصورة الحقيقية للمناطق الجغرافية الطبيعية لشبه جزيرة قطر، لذا حاولنا تقسيمها إلى خمس وحدات جغرافية طبيعية أهمها (خريطة رقم ١-٢).

١- منطقة السهل الساحلي:

يمكن اعتبار جميع أراضي شبه جزيرة قطر سهلا ساحليا ذا طابع صحراوي، ولكن اختيار هذه المنطقة كوحدة جغرافية طبيعية كان بهدف إظهار الفروق المجهرية بينها وبين الداخل القطري، حيث يتميز الساحل - من ناحية - بتكوينات چيولوچية أحدث عمرا نسبيا، وتتوافر فيه - من ناحية أخرى - شروط مناخية وجيومورفولوجية وهيدرولوجية كبيئة ساحلية، بخلاف قارية الداخل.

يبلغ طول الساحل القطرى من موقع «أبو سمرة حتى حدود خور العديد» مرورا بالرويس حوالى (٦٥٠) كم، تمتد المنطقة الساحلية من أبو سمرة (خريطة رقم ١-٣) فى الجنوب الغربي على شكل شريط طولي باتجاه الشمال، تتفق فى امتدادها مع محور القوس القطري عامة، ومحاور حدبة دخان بصفة خاصة، وهي على الساحل الغربي أضيق منها على الساحل الشرقي، إذ تبدو المنطقة في القطاع الممتد إلى الشرق من «أبو سمرة» متسعة ومستوية، يبلغ أقصى عرض لها فيما وراء رواسب السبخات حتى حزم المسحبية (٥,٢) كم، تعتليها في بعض المواقع تجمعات من الرواسب الشاطئية تتراوح ارتفاعاتها بين (٣-٥) م، ثم تضيق المنطقة باتجاه الشمال بحيث لا يزيد عرضها على (٢٠٠) م عند غار البريد Ghar Al Burayd، بسبب اقتراب بعض الكتل الصخرية التي ترتفع إلى حوالى (٢٠) م من خط الساحل.



الخليج العربي
رأس ركن
الرويس
رأس أم حصاه
رأس عشيرج
رأس قرطاس
رأس لفان
رأس أم حليش
الذخيرة
الخور
جزيرة حوار
دخان
أم باب
الدوحة
خليج سلوى
جبل العديد

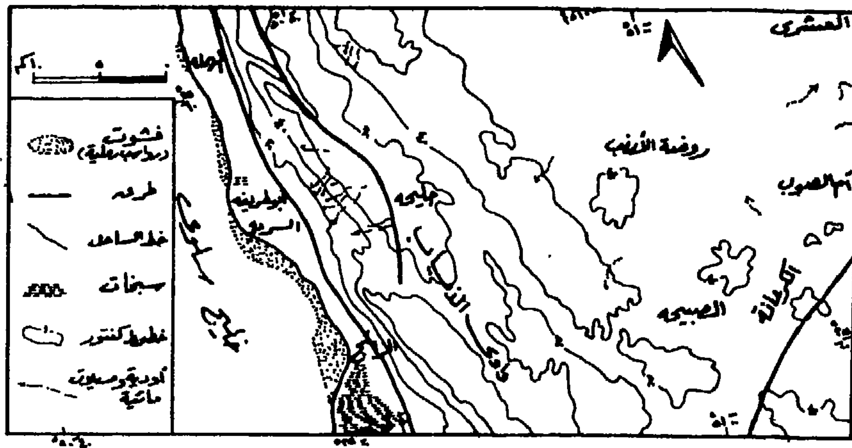
منطقة الساحل القطري
الشريط الهامشي الداخلي
منطقة دخان
منطقة الحزوم
منطقة الجنوب القطري

شكل رقم (١ - ٢)

خريطة مقترحة للوحدات الجغرافية الطبيعية لشبه جزيرة قطر

شكل رقم (٣-١)

خريطة طبوغرافية للقطاع الجنوبي لشبه جزيرة قطر



شكل رقم (١-٤)

خريطة طبوغرافية للقطاع الساحلي الغربي

تأخذ المنطقة الساحلية بالاتساع الواضح نحو الشمال (خريطة رقم ١-٤) بعرض يبلغ (١,٣-١,٥) كم إلى أن يبلغ أقصاه (٣,٧) كم عند خط عرض (٢٥ْش)، تتخلل السطح هنا عُلوات موازية لخط الساحل ترتفع ما بين (٧-٨) م، تقل الارتفاعات في اتجاهين: **الأول**: نحو الداخل حيث نطاق من السبخات فتتراوح ما بين (١-٣)م، وقد ينخفض السطح حتى مستوى سطح البحر عند أقدام المرتفعات، **والثاني**: نحو الشمال حيث يضيق الشريط الساحلي إلى حوالي (٠,٥) كم، والارتفاعات ما بين (١-٤)م، تبدأ المنطقة من خط عرض «أبوطريفة» Abu Tyrayfah بالانفراج نحو الشمال لمسافة (٣,٢) كم، وبعرض يحوم حول (٢,١-٠,٧) كم، ويحافظ السطح على استوائه وارتفاعاته، ولكنه انفراج مؤقت، قد تصل ذروة اتساعه عند «أم باب» Umm Bab على حساب الرواسب الرملية التي سمحت لها ظروف تقطُّع الكتلة الجبلية بالتوغل نحو الداخل في حدود (٤,٤) كم، يتدرج السطح في هذا القطاع بالارتفاع كلما تقدمنا نحو الداخل، إذ تتراوح ما بين (٣-٧) م، تقْطع تواتره بعض الربوات التي ترتفع (١٤-١٦) م، وبعض الأحواض المغلقة التي تتوسطها نقط مناسيب تبلغ ما بين (٣-٥) م خاصة أمام «الهملة» Al Hamlah.

يتفاوت إلى الشمال من «أم باب» (خريطة رقم ١-٥) اتساع المنطقة الساحلية أو ضيقها بقدر ما تقترب مرتفعات دخان من خط الساحل أو العكس، فيبلغ اتساع

نتوءات ورمال شاطئية
جـــزر
خط الساحل
سبخات
خطوط كنتور
أودية ومسيلات مائية
طريق رئيسي
أحواض مغلقة
١٠ كم

شكل رقم (١ - ٥)

خريطة طبوغرافية للقطاع الأوسط لشبه جزيرة قطر

المنطقة أمـام «الفحيـحيل» (١٥٠) م، ثم تختفي إلا مـن أشرطة ضيقـة جدا عند «رأس الصبـانة» Ra's Al Sabbanah، ثم تظهـر ثانية وبشكل واضح أمـام رأس دعسة Ra's Da'sa إذا ما وضـعنا في الاعتبـار فرشات الرمـال التي تتوغل وسط النطاق الجبلي إلى الجنوب من دخان، فيبلغ اتساع المنطقة على هذا الأساس حوالي (٣,٥) كم في حدها الأعلى، ومن (١,٥-١,٣) كم في حدها الأدنى، ويلاحظ أن طبوغرافية الأرض في هذا القطاع تتميز بالارتفاع التدريجي كلما توجهنا صوب حدبة دخان مـع التزامه بخصائـص الاستواء، فيتـراوح ما بين (٢-١٤) م، ولكن انحدارات سطحه لا ترقى حتى إلى نصف درجـة، وإلى الشمال من «رأس دعسه» تنحـصر المنطقـة في شريط سـاحلي ضيق يبلـغ عرضه حـتى رأس دخان مـا بين (١٠٠-٩٠٠) م، ولكن ما يميـزه انحدار خطين للتـصريف، ينطلق **الأول** الواقع على مسـافة (١,٥) كم شمال مـدينة دخان من خط ارتفاع (٢٤) م حـتى ساحل خليج سلوى فى الغرب، بطول يبلغ حوالي (٢,٥) كم، ومعدل انحدار يزيد على نصف درجة بقليل، ويتفق **الثاني** مع نفس الاتجاه ولكنه يبدأ من ارتفاع (١٤) م، وبطول أقل، حيث يبلغ (١,٤) كم، ومعـدل انحدار قد يفوق قليلا قـيمة المجرى الأول، وفيـما عـدا ذلك فالسطح مـستو، وتبـرز بعـض الرؤوس ذات الأطراف المعقوفـة باتجـاه الجنوب فتشكل مـا يشـبه الدوحـات، ومثالهـا «رأس الغارية» Ra's Al Ghariyah، و «رأس دعسـة»، أما رأس دخـان فيقع في أقـصى الطرف الشمالى لحدبة دخان، ويتميز بالاستقامة وبطول (٢٧٠) م.

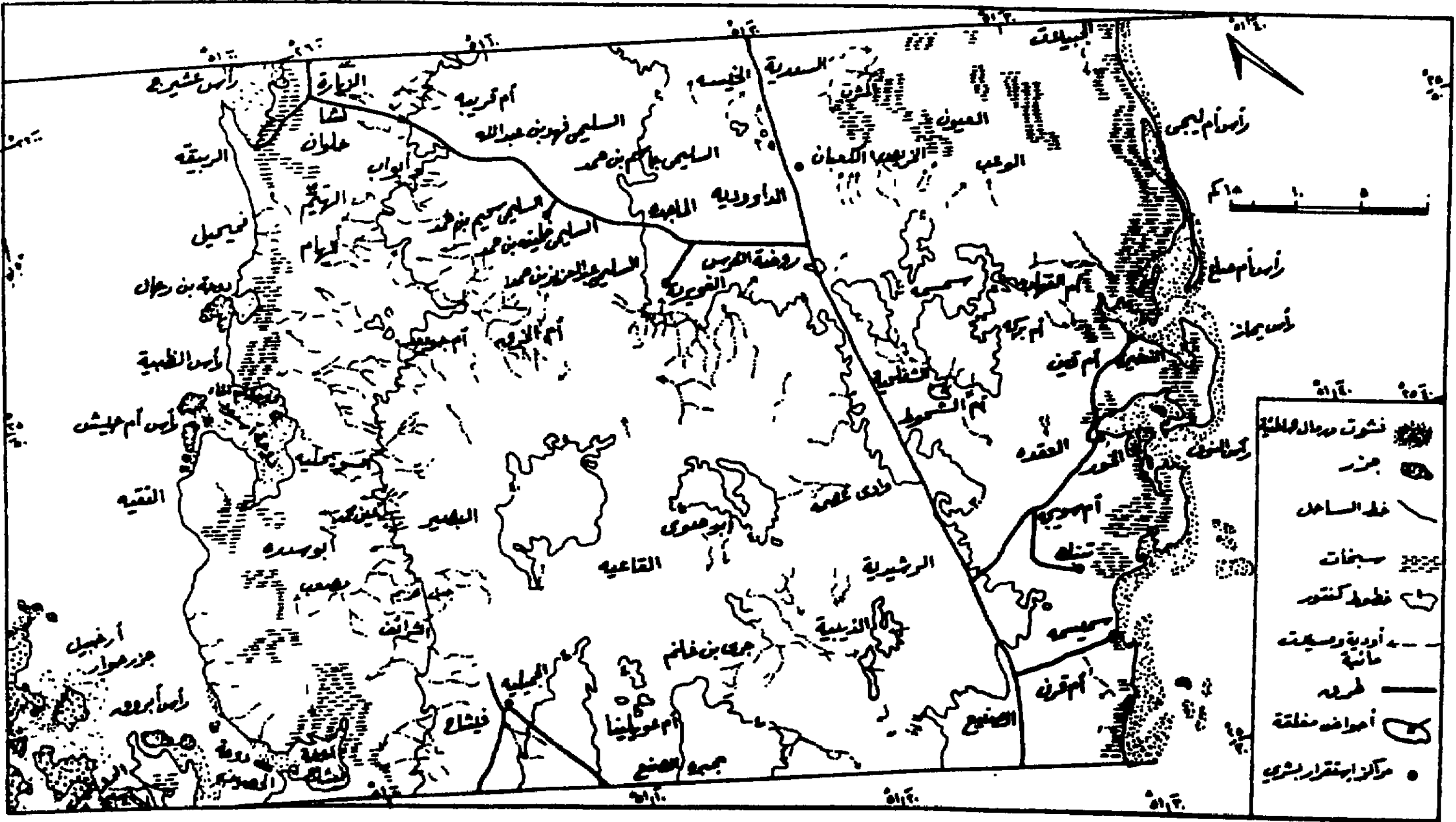
إذا كانت المنطقـة الساحلية بين «أبو سـمرة ورأس دخان» تتمـيز بالاستقـامة نسبيا، فإن ساحلها باتجاه الشمال حتى الرويس يكتنفه العديد من التداخلات المائية المستديرة منها والمستطيلة (ستتـضح خصائصها عند دراسة أشكال السطح)، وتضيق المنطقة تارة وتخـتفي أخرى حـتى مركز الشرطـة فى شمال «شبـه جزيرة أبروق»، فيبلغ اتساعهـا إلى الجنوب من رأس أبروق حوالى (٥,٣)كم، وتحول دون اتصال أوصالها في هذا الموقع مجموعة من القنوات تفـترش أرضيتها رواسب رملية تظهر أثناء عمـلية الجزر، وتغـشاها مـياه المد العالي عـبر ثغـرات مفتـوحة أمـام «جزر الدواخيل»، حـيث تبلغ أطوالها بين (٣,٥-٤) كم. وعلى طول السـاحل الغربي لأبروق تضـيق المنطقة إلا من قطـاع يقع في منتصف القـسم الجنوبي منهـا، يبلغ

عرضه (١,٢-١,٩) كم، أما السطح فيتدرج ارتفاعه من (١-٣) م، نحو ربوة صغيرة تعلوها قمة تبلغ (٥) م.

وإلى الشرق من «دوحة الحصين» يبلغ اتساع المنطقة الساحلية (٢,٥ - ٣,٢)كم، ويرتفع سطحها ما بين (٢-٥) م، وقد تتجاوز بعض الربوات في ارتفاعها هذه القيم، فسجلت (٧-١١) م، يتصل هذا القطاع في الشمال «بدوحة فيشاخ» (خريطة رقم ١-٦) التي تتسع فيها المنطقة باتجاه الشرق فتبلغ (١,٥) كم، والشمال الشرقي على حساب السبخات والرواسب الشاطئية إلى (٤,٤) كم، وامتدادها بين الغرب والشرق (٥,٥) كم، ويلاحظ أن المنطقة تتميز بسطح منبسط تبلغ ارتفاعاته ما بين (١-٣) م، وقد تظهر أسافين صخرية وسط نطاق السبخات ترتفع من (٧-١١) م، وبعض الحواف الصخرية تطل بواجهاتها على المنطقة من علو يتراوح بين (٦-١٠)م، وعدد من خطوط التصريف المائي تنحدر إليها من التلال الشرقية المجاورة التي ترتفع إلى أكثر من (٣٠) م، ولكنها تقف عاجزة أمام اختراق نطاق السبخات مما يؤدي إلى اختفائها.

وإلى الشمال من «دوحة فيشاخ» تمتد المنطقة الساحلية كشريط ضيق لايتعدى اتساعه (٣٠٠) م، وتتميز طبوغرافية الأرض هنا بعدم استوائها وانقطاع تدرجها، إذ تمتد السبخات عبر ممرات بين التلال وتتوغل نحو الداخل لمسافة تتراوح بين (٤,٥-٧,٧) كم، بارتفاعات لا تزيد على (٣)م، مخلّفة بينها وبين خط الساحل سلسلة من التلال ترتفع بين (١٣-١٧) م، وتنحدر من هذه التلال سبعة خطوط للتصريف المائي، ستة منها تنتهي إلى خليج سلوى، والآخر يرفد إحدى السبخات الداخلية، تتراوح أطوال مقاطعها (من الجنوب إلى الشمال) ما بين (١,٧٥، ١,٧٥، ١,٣، ١,٧، ١,٣٥، ١,١) كم على التوالي، وطول مقطع السابع (١,٢) كم، وتبلغ معدلات الانحدار ما بين (٠,٣-٠,٦) درجة، فضلا عن وجود بعض الأحواض المغلقة تفترش تربة الروضات أجزاء من رقعتها، وترتفع قيعانها ما بين (٩-١١) م.

وفي جنوب «شبه جزيرة أم حيش» Umm Haish تمتد المنطقة الساحلية لمسافة (٥,٤) كم نحو الداخل، بارتفاعات تصل إلى (٣) م، ينحدر إليها من أم حيش

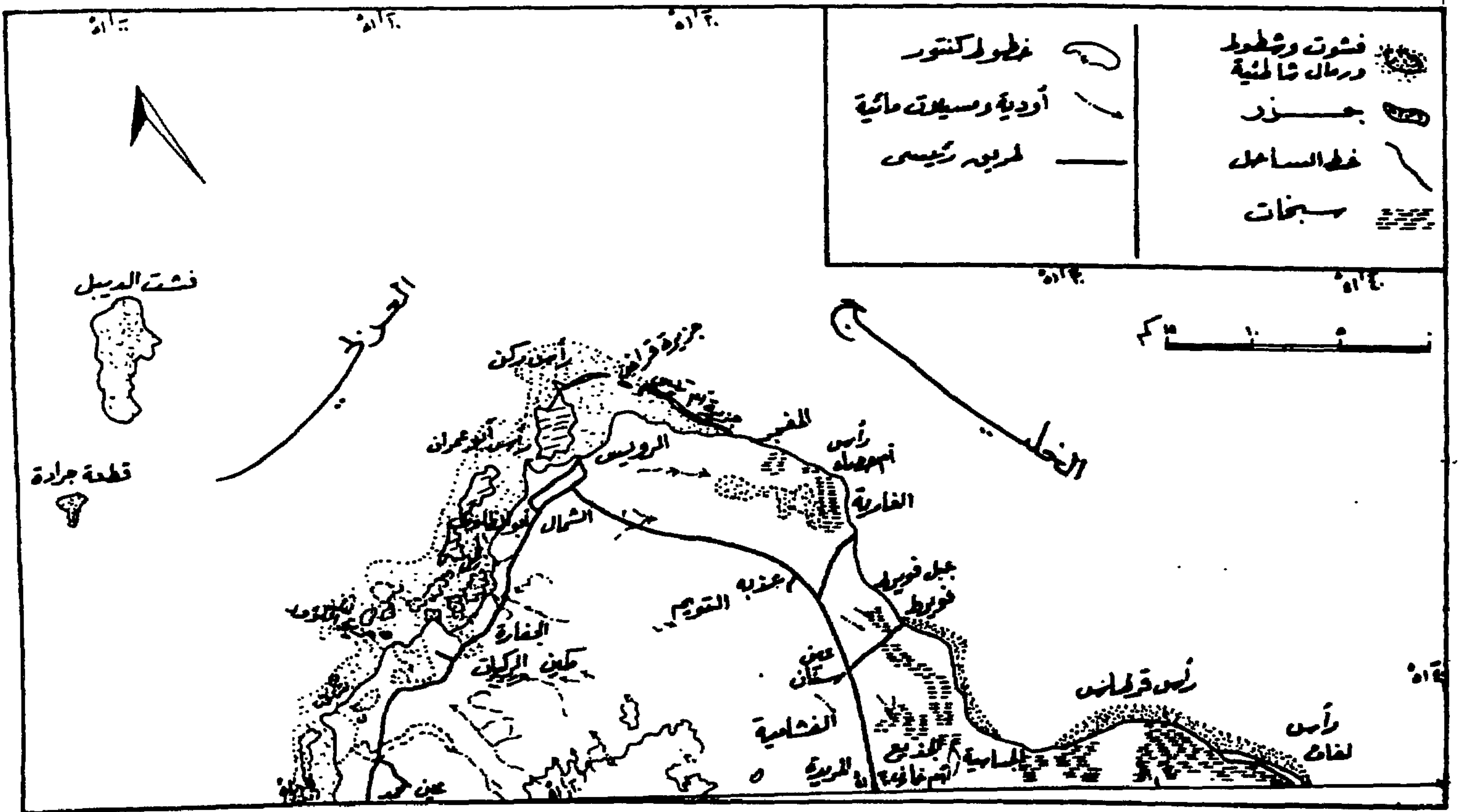


شكل رقم (١-٦)

خريطة جيومورفولوجية للقطاع الشمالي الأوسط

خط للتصريف من ارتفاع (٩) م، مرتكزا على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، ويطول يبلغ (١,٣٥) كم، وفي «شبه جزيرة أم حيش» تقع أكثر المناطق ارتفاعا فى الشمال الشرقي ووسط الجنوب، حيث تصل نقط مناسيبها إلى (١١)م، ويقطع الكتلة حزام من رواسب الطمي ذى الحبيبات الخشنة، يمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي بطول (٥) كم، وبعرض (٢٠٠)م، وتتراوح ارتفاعاته ما بين (٩)م في بداية المحور، (٧) م في نهايته، تستمر المنطقة الساحلية متسعة إلى الشمال من دوحة أسيود - أم الماء حتى «المشرفة» Al Mushrifah الواقعة إلى الشمال من دوحة بن رحال، وبعرض يتراوح بين (١,٩-٢,٤) كم، ثم تضيق بحيث لا تتجاوز في عرضها (١٥٠-٢٠٠) م حتى رأس عشيرق (عشيرج)، وإلى جانب استواء السطح السائد فى هذا القطاع، وامتداد مجموعات من الحواف الصخرية بشرفات تطل على المنطقة الساحلية من علو يتراوح بين (١٠-١٧) م، نجد عددا من المُسُل والجداول تنقل مياه الأمطار إلى المنطقة، والقليل منها خاصة عند الفحيحيل يصل ماؤه إلى خليج سلوى، وهى مُسُل صغيرة وقصيرة بصفة عامة لا يتجاوز عرض بعضها (٢-٤) م، وبأطوال تتراوح ما بين (١,٤-٢,٤) كم، وتتفق بعض قطاعاتها في جريانها مع محاور الشقوق والمفاصل، وتنحدر هذه المسل من سلاسل التلال والربوات التي تكتنف المنطقة الساحلية من جهة الشرق بارتفاعاتها التي تبلغ ما بين (١٣-١٧)م.

تبدأ المنطقة الساحلية إلى الشمال من «الربيقة» Al Rubayqah متسعة نوعا ما (خريطة رقم ١-٧)، ثم تضيق فيما بين «الجميل والرويس»، وتتميز المنطقة باستواء سطحها، وخلو أجزائها من التعقيدات التضاريسية بدليل اتساع المنطقة وامتدادها نحو الداخل في قطاعات «الزبارة والعريش والخوير وجنوب غرب الجميل» لمسافات قد تصل إلى (٤,٥، ١,٧٥، ٢,٦، ١,٦) كم على التوالي، ويلاحظ أن المنطقة الساحلية قد تتعمق في قطاع «الخوير - الخداج» لتضم «الثغب والركيات وحتى مكين»، وفي قطاع «الجميل» قد تصل إلى ما وراء الجفارة، تتميز المنطقة الساحلية بارتفاعات قد لا تزيد على (١١) م عند التقائها مع منطقة السهل الداخلي. وبروز العديد من الرؤوس الصخرية داخل مياه البحر، وبالمقابل تزايد عدد التداخلات المائية في اليابس كدوحات أو خلجان صغيرة تفترش أرضياتها رواسب رملية قد تنكشف وتظهر كأرض يابسة أثناء عملية الجزر.



شكل رقم (٧-١)

خريطة طبوغرافية للقطاع الشمالي لشبه جزيرة قطر

وينساب عـدد من المسل والجداول المائية باتجاه المـنطقة الساحلية، قـد ينتهي معظمها عند هوامش السـبخات خاصة القطـاع الممتد من «الريـقة إلى الجميل»، بينما ترفد بقيّـتها مباشرة فى البحر ويتمـثـل في القطـاع الواصـل بين «الجميل وأبوالظلوف»، وهي في مجـملها قصـيرة وصغيـرة حيث تتراوح أطوالهـا ما بين (٦, ٠-٥, ١) كم، يستثنى من ذلك أحـد المسل الذي يقع إلى الجنوب الشرقي من «الجمـيل»، بطول يبلغ (٣,٧) كم، إذ ينساب من ارتفـاع (١٣) م باتجاه الشـمال الغربي لمسـافة (١,٦) كم، ثم ينثني بزاوية قـائمة تقريبـا بعد عبـوره خط ارتفاع (١٠) م بقليل ليتجه صوب الجنوب الغربي في مجرى شـبه متعرج حتى مصبه فى الجانب الشمالي الشرقي للسبخـة الواقعة بين «الجميل والجفارة»، وبطول يصل إلى (١, ٢) كم، ويتـصل به على الجـانب الأيمن رافـده الوحـيـد الذي يرتكز قطاعـه الطولي على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، بطول يبلغ (٦٥٠) م.

وعلى الجانب الشـرقي من شبه جزيرة قطـر، تتفاوت المنطقة السـاحلية في اتساعهـا، وأوضح ما تكون فى قطاعين: يقع **الأول**: فى الشمال الـشرقي، ويمتد من «رأس أم حصاه» Ra's Umm Hasah حتى «سمـيسمه» Symaysimah، ويقع **الثـاني**: في الجنوب الشـرقي ويمتد من «أم الحـول» Umm Al Hul حتـى «خور العديد»، إذ تبدأ المـنطقة الساحلية بعـد الرويس ضيقة حتى تكاد تـنحصر فى خط الساحل عند المفجر، (**خريطة رقم ١-٧**) بعرض لا يتجاوز (٢٥٠) م، ثم تنفرج أمام «رأس أم حـصاه - الغاريـة» حيث تتعـمق نحو الداخل لمسـافة (٤,٥) كم، ويتفق حدها الغربي مع امتداد طريق الغارية - الرويس، تعود المنطقة الساحلية فيما بين الغارية - فويرط فتقتصـر على شريط ساحلي قد يتسع إلى (٣٥٠)م، تستأنف المنطقة جنوب فـويرط امتدادها نحو الداخل إلى أن تبلغ أقـصاها (١, ٥) كم عند الغنية Al Ghaniyah.

ويلاحظ أن قطاع «الرويس - الجسـاسية» ذو طبوغـرافية بسيطة، خـاليا من التعقيدات، تتراوح ارتـفاعات سطحه ما بين (١-٣) م، تعلوه بعض الربوات التي ترتفع إلى (٥) م، وهي خصائص لا تنطبق على جبلي فويرط والجـساسية، فجبل فويرط الذي يمتد على مـحور شمالي غـربي - جنوبي جنوبي شرقي، يقع على مسـافة (٢) كم إلى الشمال من بلـدة فويرط، وتلامس أقدامه مـياه الخليج،

يتسع جبل فويرط في الجنوب ويستدق في الشمال، ويبلغ طوله (١,٤) كم، ومعدل عرضه في حدود (٥٢٥) م، يتميز هذا الجبل بقمتين عند الأطراف ترتفعان (١٨) م، ومنطقة حوضية في الوسط تبلغ (٧) م. أما جبل الجساسية Al Jassasiyah فيقع على بُعْد (١,٧-٢,٢) كم من خط الساحل إلى الشرق من «أم خارف» Umm Kharif و «الجديع» Al Judhay، حيث يتسع في الجزء الشمالي ويضيق كلما اتجهنا نحو الجنوب (بعكس جبل فويرط)، فيتراوح عرضه بين (٨٠٠-٢٠٠) م على التوالي، وتتركز قمته التي ترتفع إلى (١٧) م في الجزء الفسيح، ويلاحظ أنه أضحى عبارة عن حواف صخرية شبه دائرية أو مستطيلة، يشرف بعضها على الداخل أو على السبخات الواقعة شمال الجبل، وتطل ذات الشكل الطولي بشرفاتها على البحر أو على السهل الداخلي جهة الغرب.

في قطاع «جبل الجساسية - الخور» تتسع المنطقة الساحلية بوجه عام، ولكنها تشكل ظهيرا أكثر اتساعا لرأس لفان Ra's Laffan (خريطة رقم ١-٧)، يمتد إلى الغرب مسافة (١٩,٨) كم، فيشرف منها على حزام من «روضات الخريص - الكعبان»، ويقل عرض القطاع باتجاه الجنوب، إذ يبلغ أمام رأس أم ليجي Umm Laiji في حدود (٢,٧) كم، وفي نطاق «الذخيرة - الخور» (خريطة رقم ١-٦) تنفرج المنطقة الساحلية إلى أن يصل عرضها بين (٥,٨-٩,٢) كم، تظهر في هذا القطاع صور طبوغرافية أكسبته نوعا ما شخصية متميزة، فالسطح ينحدر بصفة عامة نحو الشرق والشمال الشرقي، إلا أنه على المستوى المحلي يخالف القاعدة العامة، ويخضع بالتالي لفروق الارتفاعات الموضعية، فارتفاعاته تتراوح بين (١-٩) م، وقد تعلو السطح ربوات صغيرة يصل ارتفاعها إلى (١٦) م، وتمثلها الحواف الصخرية الواقعة عند الطرف الشمالي الغربي لقناة الذخيرة الداخلية، وبالمقابل فقد ينخفض السطح إلى أن يبلغ منسوبه إلى مستوى سطح البحر، ولهذا تبلغ انحدارات السطح في حدودها العليا حوالي (١,٥) درجة، وربما تتدنى إلى قِيَم لا ترقى حتى إلى ربع درجة، وهي إحدى الخصائص الطبوغرافية السائدة في هذا القطاع.

إضافة إلى هذه الخصائص توجد أشكال سالبة تمثلها - من ناحية - المسل والجداول المائية، وتنحصر - من ناحية ثانية - في الأحواض المغلقة، فالمسل في

الواقع كثيرة العدد ولكنها قصيرة وصغيرة قلّما تصل إلى البحر، وتتركز في النصف الشمالي من هذا القطاع، وخاصة في الهوامش الغربية لمنطقة لفان الساحلية، والجزء الشمالي الغربي من الذخيرة، فهي في منطقة لفان لا تلتزم اتجاها محددا في انسيابها، وإنما تتقاسمها كل الاتجاهات فتسيح فوق السطح كالهائمة، وتبلغ أطوالها ما بين (٠,٦-٣,٧٥) كم، وتهبط من ارتفاعات تتراوح بين (٥-١٤)، تختلف عنها مسل الذخيرة في أنها تنطلق من جهة الشمال الغربي، أو في بعض الحالات من الجنوب الشرقي من علوات ترتفع ما بين (٦-٢٠) م، وبأطوال لقطاعاتها لا تزيد على (٤٥٠) م، وقد تصل - في حالات نادرة - إلى (٥) كم.

يلاحظ أن الأحواض المغلقة تقتصر في وجودها على القسم الجنوبي من هذا القطاع وخاصة منطقة «الذخيرة - الخور»، وهي أحواض صغيرة لا يزيد ارتفاع قيعانها على (٢) م، بيد أن ما يثير الاهتمام في هذا القطاع هو أن المنطقة تنازعتها عملية مزدوجة، نحاتية وإرسابية، طبعتها بخصائص طبوغرافية، **قوام الأولى**: تقطيع السطح وخاصة الحواف الصخرية عند هوامش المنطقة الساحلية في الذخيرة والخور، ومن ثم تراجع الحواف إلى الخلف بحسب موقعها، مما أدى إلى اتساع رقعة المنطقة واستوائها، أو خلق أحواض مغلقة قد يصل بعضها في منسوبه إلى مستوى سطح البحر، أو نحت أجزاء من الساحل ومن ثم تسويتها وطمس بعض معالمها، مما أدى إلى انخفاض مناسيبها لدرجة أتاح الفرصة أمام غمر البحر لها وتكوين ظاهرة «الشقين خور الذخيرة وخور الخور». **وقوام الثانية**: ترسيب فرشات الرمال الشاطئية الحديثة والسبخات، تفصل بينها حواجز رملية وألسنة بحرية متتالية، ساهمت في بناء الساحل وتطويره معا، فاتسعت على إثر ذلك المنطقة الساحلية.

ومن الخور جنوبا حتى الدوحة نلاحظ أن المنطقة تتفاوت في اتساعها وطبوغرافيتها، فإلى الجنوب من الخور مباشرة (خريطة رقم ١-٦) تنفرج المنطقة عن أرض سهلية مستوية يبلغ عرضها بين «رأس النخ» Ra's An Nakhkh وتنبك Tinbik (٤) كم، ولا تتجاوز ارتفاعاتها (٣) م، يتهادى السطح نحو الجنوب في ارتفاعاته الرتيبة التي درج عليها إلا من علوات أو ربوات تقطع رتابته، وتنغمس في المنطقة على شكل حواف أمام الرؤوس، كما هو الحال جنوب



الظعاين Ath Tha'ayin، أو تبرز وسط نطاقات تختفي فيها رواسب السبخات وتظهر بدائلها من الأحواض المغلقة ذات الأحجام الصغيرة خاصة جنوب رأس قطيفان Ra's Qutayfan، وترتفع ما بين (٤-١٤) م، ويبدو لي أن المنطقة تتسع بشكل واضح عند مصبات الجداول والمسل المائية في السبخات، فالنطاق المحصور بين الظعاين والوُصَيْل (خريطة رقم ١-٥) ينحرف نحو الداخل لمسافات تتراوح من الشمال إلى الجنوب بين (١,١، ٠,٧٥، ١,٤٥) كم، وتنتهي إليه مسل تبلغ أطوالها حسب الترتيب السابق بين (٣,٥٥، ١,٢، ١,٤٥) كم، وتتبع في جريانها أنظمة من الشقوق والمفاصل، فالمجرى الأول (٣,٥٥) كم ينساب من ارتفاع (٦) م باتجاه الجنوب الشرقي، وقبل عبوره منطقة المصب بمسافة (٤٥٠) م ينثني المجرى دائريا عند أعتاب كتلة صخرية ترتفع (٨) م فتضطره إلى تغيير وجهته نحو الشمال الشرقي، والمجرى الثاني (١,٢) كم يهبط من ارتفاع (١٠) م باتجاه الشمال الشرقي، وعلى بعد (٤٥٠) م من المنابع ينثني تحت تأثير أنظمة الشقوق بزاوية قائمة نحو الجنوب الشرقي، والثالث (١,٤٥) كم يبدأ من ارتفاع (٦) م متجها نحو الشمال، وعلى بعد (٨٥٠) م من المنابع ينحرف نحو الشرق تماما حتى مصبه في السبخة الواقعة إلى الشمال من الوصيل.

أما النطاق الواقع بين «رأس قطيفان والدوحة» فيتميز عن سلفه بالاتساع دون الارتفاع، يتسع في المنطقة الواقعة إلى الجنوب الشرقي من الخيسة، وإلى الشرق من معسكر الدحيل، فالأولى يبلغ اتساعها حوالي (٤) كم، وربما كانت هذه المنطقة التي تغطيها رواسب السبخات مخرجا لوادي البنات الذي عمل على تشكيل «دلتا مروحية الشكل» تتسع قاعدتها على الساحل، وتضيق كلما اتجهنا نحو مصعد الوادي لتشكل رأس الدلتا، تحف بها ارتفاعات تزيد على (١٠)م، وتميزها بعض الحواف الصخرية خاصة على الجانب الأيمن من الدلتا المروحية، وقد قطعت أوصالها مجموعة من المسل والجداول تنحدر صوب المنطقة «الدلتا المروحية»، بأطوال تتراوح ما بين (٠,٥-١,٥) كم. بينما تتسع المنطقة فى الثانية إلى حوالى (٢,٧٥) كم وتنفتح على الدلتا المروحية من جهة الساحل، بينما يحجبها عنها في الوسط والغرب تقدم كتلة صخرية باتجاه البحر تبدو على شكل حواف صخرية تبلغ ارتفاعاتها حوالي (١٣)م، وتنحدر إلى المنطقة من جهة الغرب ثلاثة من المسل والجداول الصغيرة والقصيرة، تتراوح أطوالها بين (١,٤، ٠,٩٥، ١,٤٥)كم، مرتَّبة من الشمال إلى الجنوب.

يبدو أن المنطقة الساحلية بين «الدوحة وأم الحول» تتسع رقعتها في قطاعين، وما عدا ذلك تضيق المنطقة وتلتزم الشريط الساحلي، ويتراوح عرض هذا الشريط ما بين (١,٣-١) كم، **فالقطاع الأول**: يمتد من الشمال إلى الجنوب فيما بين «رأس أبو عبود» Ras Abu Abbud و«بلاد إبراهيم» Bilad Ibrahim، ويلاحظ أن هذا القطاع يستدق عند طرفيه وينفرج في الوسط، فيبلغ عرضه في حديه الأدنى بين (١,١-١,٣) كم على التوالي، في حين يبلغ أقصاه أمام رأس أبو مشوط حوالى (٢,٧) كم، ويتسم القطاع بارتفاعات لا تزيد على (٣) م بوجه عام، إلا أن وجود بعض العلوات التي تظهر على شكل حواف صخرية وترتفع في حدود (٨) م حالت دون استوائه ورتابته، ويمتد **القطاع الثاني**: أمام رأس أبو فنطاس ويبلغ أقصى عرض له (١,٢) كم، ولا تزيد ارتفاعاته على (٢) م، ومما تجدر الإشارة إليه أن القطاع يخلو من المسل والجداول المائية، ولكن يبدو أن أودية سيلية كواديَيّ السيل ومشيرب ربما كان لهما شأن عظيم أثناء الفترات المطيرة، فمنطقة السد ما زالت حتى الوقت الحاضر شاهدا على خطوط جريانه، وسماكة إرساباته، أما منطقة وادي السيل فإنها - رغم وجود بعض ملامح وادٍ قديم - قد اختفت منذ أن قام الإنسان في تحديه للبيئة الطبيعية بتغيير معظم معالمها، وتوسيع رقعة اليابس عند مخرج الوادي على حساب البحر، وذلك بردم مساحات منه بالخرسانة المسلحة والكتل الحجرية الضخمة لإقامة بعض الطرق والمنشآت والمساكن والمباني الحديثة، ويطلق عليها الدوحة الحديثة، ويبلغ اتساع المنطقة الساحلية هنا (٣,٢) كم. وإلى الجنوب من الوكرة بمسافة (١,٥) كم، يبرز جبل الوكرة الذي يمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي لأكثر من كيلو متر، وسط سطح من الحمادة بقمتين ترتفعان ما بين (١٨-٢٣) م، ويبدو أن انحداراته على الجانبين الشرقي والغربي في نصفه الشمالي أشد منها في نصفه الجنوبي، إذ تتراوح في الأول بين (٣,٨-٥,٥) درجة، وفي الثاني ما بين (٢,٨-٢,٢) درجة على التوالي، ومع التطور العمراني الذي شهدته الوكرة أضحى جبلها الذي كان تلا منعزلا ضمن حدودها العمرانية.

ويقع الثاني في الجنوب الشرقي (**الخريطتان رقما ١-٣، ١-٨**)، ويمتد من «أم الحول» في الشمال حتى «خور العديد» في الجنوب، وهو أكثر قطاعات المنطقة

شكل رقم (١ - ٨) : خريطة طبوغرافية للقطاع الساحلي الجنوبي الشرقي لشبه جزيرة قطر

الساحلية اتساعا، وربما تمثيلا لما طرأ على الساحل القطري من تغيير وتطور على مدى تاريخها الجيولوجي المزدحم بالأحداث. ويبلغ طول القطاع (٥٦) كم، بينما يتراوح عرضه بين (٦) كم في أضيق أجزائه، وبين (١١) كم في أكثرها اتساعا، وعلى هذا الأساس يمكن تحديده من جهة الغرب بخط يمتد من أم الحول باتجاه الغرب فيقطع حزم أم الحول حتى مشارف تلة معيذر الوكير، فيتجه نحو الجنوب الغربي إلى الخويتيم، ثم يسير مع الطريق حتى مرخية التي ينحرف على بعد (٣,٥) كم منها صوب الجنوب حتى شقراء، ومنها إلى العامرة حتى خور العديد.

تنفرد المنطقة الساحلية في هذا القطاع بطبوغرافية متناقضة، فمن «أراض مستوية» لا تزيد ارتفاعاتها بأي حال على (٣) م، وقد تنخفض إلى مستوى سطح البحر أو إلى ما دون ذلك (-٢) م، وتتمثل في النصف الجنوبي المطل على خور العديد، وهي أراضي رخوة ولزجة يصعب السير عليها، ولهذا فإن انحداراتها لا تكاد تبان إلي بالمعيار المجهري. إلى «سطوح من الحمادة الصخرية» تتوغل وسط الأراضي المستوية فتقطع رتابته، تتميز هذه السطوح بارتفاعات تبلغ ما بين (٢-٨)م في الجزء الشمالى، وقد تصل في الجزء الجنوبى إلى (١٥) م في حدها الأعلى، وتعتليها مظاهر طبوغرافية موجبة وأخرى سالبة، فالموجب منها عبارة عن علوات

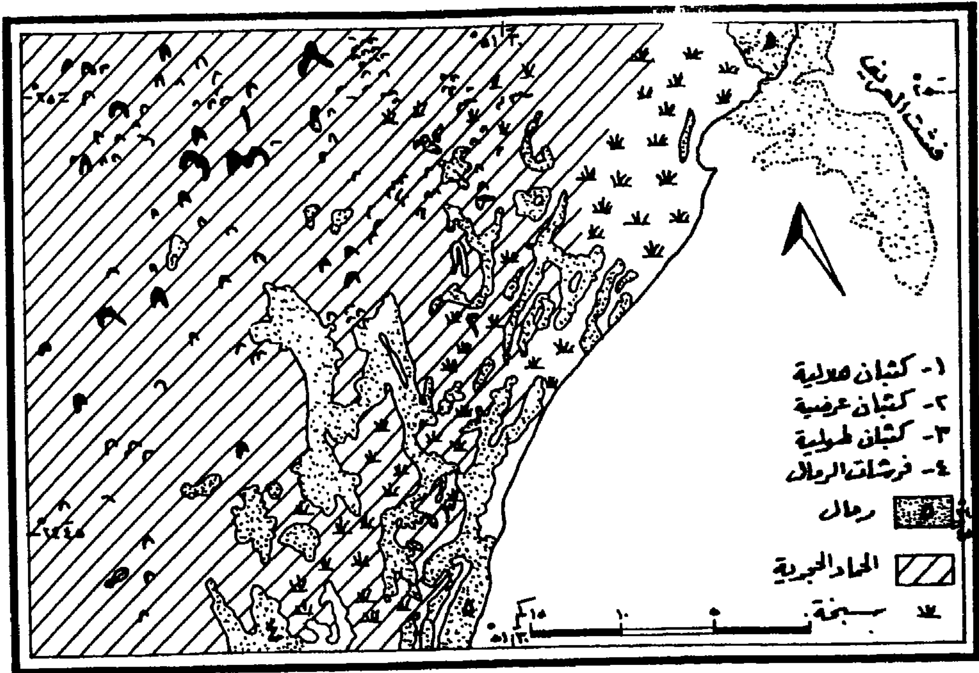
أو ربوات تنهض بـارتفـاعـات تحـوم حـول القيـــم من (٧-٢١) م في الجـزء الشمالي، بينما يتفوق الجزء الجنوبي في الحد الأعلى بفارق (٥)م، وهي خصائص تؤكد - رغم بساطتها - على أن السطح ينحدر بصفة عامة نحو الشمال.

أما السالب منها فيتمثل في الأحواض المغلقة، وهي إما أن تكون مستديرة أو مـستطيلة، تتـراوح أبعـادها القصـوى بين (٢, ٠-١, ١) كم، وتتـركز في الجـزء الشمالي بنسـبة (٦٢,٥٪) من أصل (١٦) حوضا مغلقا يضمـها هذا القطاع، فإذا كان الجزء الـشمالي قد تزايد عـددا، فإن الجزء الجنوبي تفوق ارتفـاعا، إذ تعلوها نقط مناســيب تبلغ في الأول بين (١-٣) م، وفي الـثـاني بين (١-١١) م. إلى «أشكال رملية» تتفاوت مـا بين الفرشات والكثبـان، فالفرشات الرمليـة (ما نقلته الرياح) خلافـا لإرسابات الشاطئ، تنتظم في مـوقعين: **الأول**: يقع إلى الجنوب الغربي من أم الحول، ويتراوح عـرضه ما بين (٦, ٠-٧,٢) كم، وأقصى طول له بين الشـمـال والجنوب يبلغ (٣,٥) كم، ولا تزيد ارتفـاعـاته على (٤) م، ويقع الثاني في منطقة شقراء، ويمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي - جنوبي لمسافـة (٩) كم، وبعرض يتراوح مـا بين (٤, ١-٧, ٢) كم، أما ارتفاعـاته فـتبلغ (٣) م كحد أدنـى، (١٨) م في حدها الأعلى، أما الكثبـان الرملية (خريطة رقم ١-٩) فقـد تنازعتها في المنطقـة ثلاثة قوى، الرياح السائدة بمحـصلتها الشمـالية الغربية أو الشمـالية، والحمادة الحصوية بمظهرها الطبوغـرافي، ورواسب السبخات برطوبتها، فظهرت الكثبان الرملية بأشكالهـا المشوهة، وقد التحمت مع بعضها فى أشكال مسـتعرضة قـد يرتفع إلى (٤٧) م، أو امتدت على محـاور طولية شكلت غرودا رملية لمسافة (٦,٥) كم، وبعرض وسطي يبلغ بين (١٠٠-٣٥٠) م، علاوة على الأنماط الحلزونية (سيتضح ذلك فيما بعد).

٢- منطقة السهل الداخلي:

تبدأ هذه المنطقـة من أطراف الهوامش الداخلية للشـريط الساحلى (خريطة رقم ١-٢)، وتتـفق في حدها الشـمالي مع خط عـرض «المفجـر - بالظلوف»، وتتسم المنطقـة بالاتساع الواضح كلمـا اتجهنا نحو الجنوب، إذ يـبلغ عرض القطاع الشمـالي «عذبه - الركبـات» (١٨,٥) كم، والقطاع الأوسط «الجذيع - مـسيكه»





شكل رقم (١-٩) خريطة توزيع الأشكال الرملية في الجزء الجنوبي الشرقي لقطر

المصدر: عن خريطة قطر الكنتورية ١٩٩٠

(٢٥) كم، وخط القاعدة بين «أم القهاب - السويحلية» فيبلغ (٤٦,٥) كم، يمتد من القاعدة ذراعان غير متكافئين يطوقان بقايا التلال والحزوم المتخلفة عن القوس القطري (الخريطتان رقما ١-٥، ١-٦)، يشكل الذراع الشرقي ظهير المنطقة الساحلية، ويمتد من خط عرض الذخيرة حتى مشارف الوكرة، بطول (٦٢,٥)كم، وبمعدل عرض (٢٢,٣)كم، في حين يمثل الذراع الغربي مثلثا مقلوبا، قاعدته المستقيم الواصل بين الغويرية وأم الماء في الشمال، ورأسه يتفق مع الطرف الشمالي الشرقي لسبخة دخان، بطول (٤٨) كم، ومعدل عرض (٨) كم.

فالقطاع الشمالي يتصف بالضيق نسبيا، ثم يأخذ بالاتساع كلما تقدمنا نحو الجنوب، ونرتقي السطح من ارتفاعات بسيطة عند الهوامش مقدارها (٣-٩) م، تتزايد صوب الوسط ما بين (١٥-١٧) م ضمن حدود «عذبه - التويم - الجفارة - مكين»، ويبدو أنها تتفق مع بداية القوس القطري، ويرصّع سطح المنطقة مجموعة من الأحواض المغلقة يبلغ عددها (١١) حوضا بغض النظر عن مواضع توزيع تربة الروضات، تحيطها خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٤-١٢) م، وترتفع قيعانها ما بين (٣-١٠) م، وقد تتسع فروق الارتفاعات إلى (٣) م في الأحواض المزدوجة،

أي تلك التي يغـلّفـها خـطان من خطوط الارتفـاعـات المتـسـاوية. ويلاحظ أن الأحواض المغـلقة في هذا القطاع تحيد عن الشكل الدائرى، بأبعـاد يبلغ أقـصاها (١,٣-١,٦٥) كم وأدناها (٤٠٠-٦٠٠) م.

وقد يتبادر إلى الأذهان أن الأحواض المغلقة تفترش أرضيتها تربة الروضات، وربما تتـحقق هذه المـيزة، ولكن في الغـالب الأعم تغطي أجـزاء فـقط من رقعـة الحوض، فإذا بلغت مساحة حوض الكعـبية - على سبيل المثال - (٠,٩٢) كم٢، والرقعـة التي تغطيها تربة الروضـات تساوي (٠,٠٧٢) كم٢، فإن نسـبتهـا تقدر بحـوالي (٧,٨٪) فقط من مـساحـة الحوض، ومـا دامت الأحواض المغلقـة تمثل إحدى مظاهر هيئة الأرض السالبة، فـإن المسل والجداول المائية قرينة لها من منظور طبوغـرافي، وهي في هذا القطاع قليلة العدد، قصـيرة وصغيـرة، وعموما تتـركز على جوانب القطاع دون الوسط، وتتراوح أطوالها بين (٠,٦-٢,٧٥) كم.

إذا كانت البساطة هي السمة السائدة لـهيئة الأرض في القطاع الشمالي، فإن السطح في القطاع الأوسط يجنح إلى التعقيد نوعا ما، ولكي تتضح الصورة، تحدد القطاع الأوسط بخط عرض بلدة فويرط في الشمـال، وخط عرض «روضة الفرس - أم الماء» في الجنوب (خريطة رقم ١-٦)، فالسطح ضمن هذه المساحة يتدرج في الارتفـاع من الشـمال والشـرق باتجـاه الجنوب والغـرب (خـريطة رقم ١-١٠)، فالارتفاعات المسايرة للحد الشـمالي تتراوح ما بين (١١-٢١) م، وتلك التي تتفق مع امتـداد الحد الجنوبي تبلغ بين (١٦-٣٦) م، وتقع أعلى النقـاط إلى الشرق من النعمان وتبلغ (٣٧) م، بينما تتـمثل أدناها (٥) م في روضة المشرب، وإلى جانب هذه الارتفاعات، يتميز السطح بتلال وهضيبات صغـيرة ومستوية، غالبا ما تعتليها قمة واحـدة أو قمتان في بـعض الأحيان وتتركـز فى وسط القطاع، وقد تجنح إلى الانتشار نحو الهوامش الغربية والاقتراب من المنطقة الساحلية، وبهذا يمكن تحديدها بخطي طول (٣َ ٥١ْ، ٢٠َ ٥١ْ) شرقا.

فالتـلال الواقعة إلى الشمـال الغربي من المريدة Maridah تمتد على مـحور شمالي شرقي - جنوبي غربي، وترتفع بين (١٩-٢٣) م. تختلف عنها في التوجه والارتفاع وحتى في الرقعة المساحية، تلك الـتي تقع إلى الشمال مباشرة من محور



شكل رقم (١ - ١٠)
خريطة الارتفاعات فى شبه جزيرة قطر

«أم الماء - الصعلوكية - أم جـويعد»، فتوجهها شـمالي غربي - جنوبي شرقي، وارتفاعاتها تقع بين (١٧-٢١) م، وتميل إلى الاستـدارة منها إلى الاستطالة كتلال المريدة، ومع هذا تتقابلان في قيم الانحدار التي قد ترقى إلى ربع درجة، أما تلال السليميات Sulaymiyat التي تمتد بين خطي عرض (٥٠َ ٢٥ْ، ٥٥َ ٢٥ْ ش) وخطي طول (١٠َ ٥١ْ، ١٥َ ٥١ْ ق)، فتـميزها عن سابقـتيهـا ارتفاعاتها التي تتـراوح ما بين(٣١-٣٣) م، وانحــداراتهــا التي تقع بين (٣٢, ٠-٥١, ٠) درجــة (راجع الخريطتين ١-٥، ١-٦).

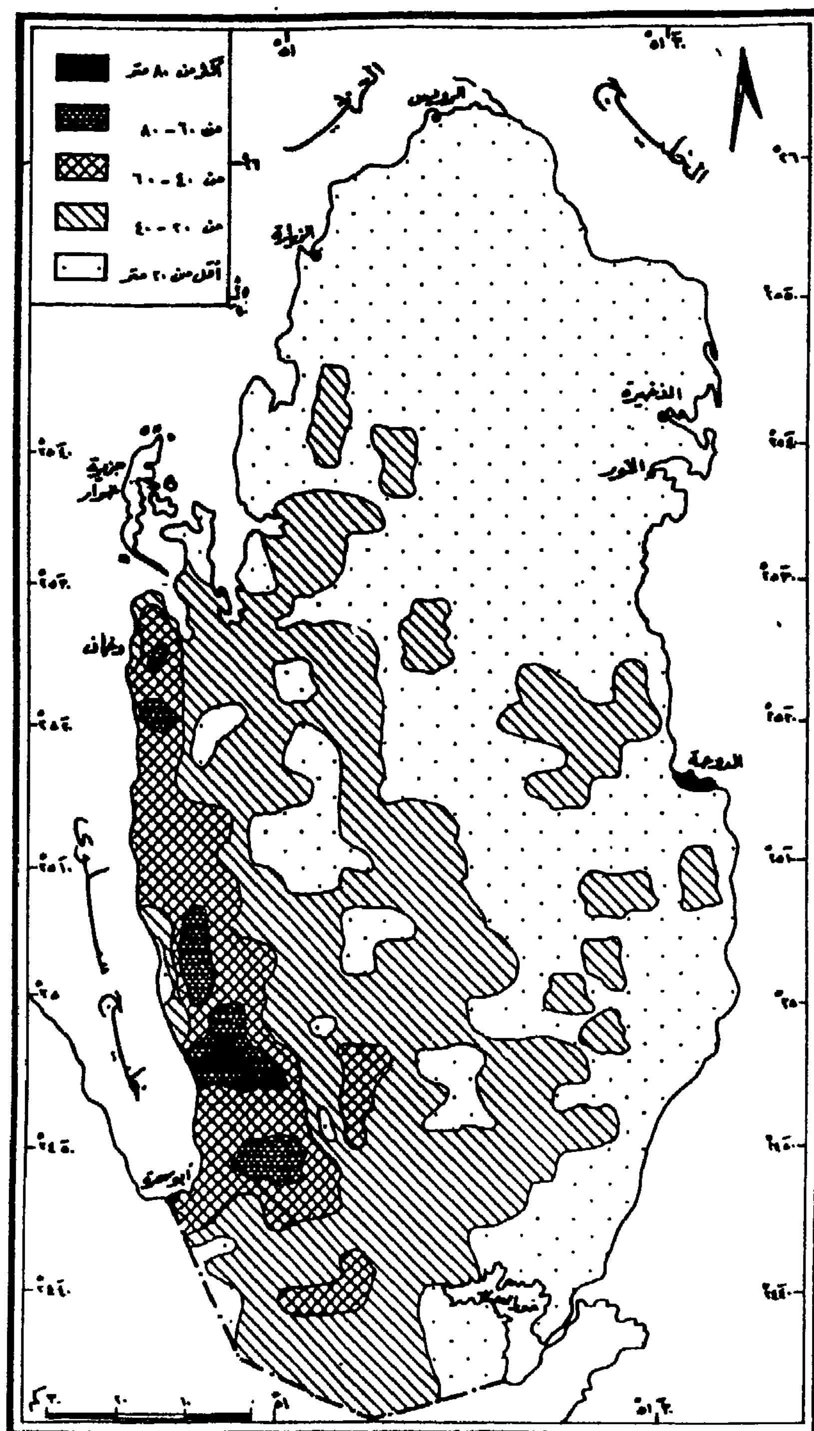
تقترن مع هيـئة الأرض الموجبة نطاقات من تربـة الروضات تمتد على شكل أحزمة متصلة لمسافة قد تصل إلى (٦) كم، وارتفاعات تبلغ (٢١) م كما هو الحال إلى الغرب والشمـال الغربي من المريدة، وليس معنى هذا أن يغدو الاقـتران إذا ما تمثل فى بعض المـواضع قـاعدة مُـسَلَّـم بهـا، بل إن تربة الروضـات - رغم هذه الخاصية - ترتبط ارتباطا وثيقا بالظاهرات السـالبة من السطح، وخاصة المنخفضات والأحواض المغلقة، شأنها في ذلك شأن المسل والجداول المائية، فالأحواض المغلقة في هذا القطاع تفوق مثيلاتها في القطاع الشمالي عددا وارتفاعا ومساحة واستغلالا زراعيـا، فمن خـلال حصـرها ضمن المحيط الـذي تم تحديده سابقـا تبين أن هذا القطاع يشتمل على حـوالى (٤٧) حوضا مغلقا لا مُنْخَفَضًـا، يضم القسم الشرقي (٢١) حوضا، والباقي اختص به القسم الغربي بنسبة (٥٥,٣٪).

ويلاحظ أن ارتفاعات قيعـانها لا تزيد على (٥-٧) م عند الهوامش، خاصة الشرقية، وقد تصل إلى (١٧) م عند الهوامش الغربيـة، خاصة شمال الصعلوكية، في حين اضطلع القـسم الأوسط بأعـباء القـيم التي تتراوح مـا بين (٢٣-٢٧) م، وهي كـمـا يبدو مـلازمـة لسنام القـوس القطري، ومن الجـدير بالذكـر أن بعض الأحواض تغلفها حواف صخرية تطل على أرضية الحوض بشرفات تبلغ ارتفاعاتها بين (١٢-١٦) م ويمثلها «وعب الأباريق» Wa'b Al Abariq الذي يرتفع قاعه إلى علو (١١) م، وهذا يعني أن أجزاء من أرضـية الحوض وخـاصة في المواضع التى تتراجـع فيهـا الحواف إلى أبعـد مدى، تنخـفض بمقدار (٥) م، وهي قـيمـة لها خصوصية جيومورفولوجية سنوضحها عند معالجة أشكال السطح.

إذا كان التباين الطبوغرافى بين القطاعين الشمالي والأوسط قد أبرزت معظم تفصيلاته سمات السطح الفائتة، فإن المسل والجداول المائية المتعددة تقدم إضافات مكملة لخصائص هيئة الأرض التي تميز بها هذا القطاع، فالمسل والجداول المائية التي تجري بمياه الأمطار نحو الأحواض المغلقة يبلغ عددها (٩٨) مسيلا، يكتظ بها الجانب الغربي من القطاع بنسبة (٨٢,٧٪)، وهي صغيرة وقصيرة فى مجملها، تنصرف مياهها داخليا إلى الأحواض والمنخفضات، وتبلغ أطوالها ما بين (٦, ٠-٢,٦) كم، وينتهي الجدول ذو القيمة العليا في حوض النعمان، وما يميزها أنها كثيرا ما تشكل جزرا داخلية على طول قطاعاتها، لأنها تنساب في بعض الأحيان فوق سطح غاية في البساطة والاستواء، مما يؤدي إلى تشعبها لمسافات قصيرة ثم تلتقى مرة أخرى وتتبع في أحيان أخرى أنظمة من الشقوق والمفاصل قد تساعد بدورها على تشكيل هذا النمط من الجزر، علاوة على انطباع ظاهرة الأسر النهري كما هو الحال في أحد جداول حوض النعمان كذلك (خريطة رقم ١-٦).

يلاحظ أن التعقيدات التضاريسية تزداد حدتها، وتتضح صورتها كلما تقدمنا على طول القوس القطري نحو الجنوب (خريطة رقم ١-١١)، فمن ملامح هذه التعقيدات، تزايد انحناءات خطوط الارتفاعات المتساوية وضيق المسافات بين هذه الانحناءات، وتقطُّع خطوط الارتفاعات وتقاربها بشكل يلفت النظر (راجع رقم ١-١٠)، ويوحى بأننا نعتلي قمة سنام القوس القطري، وأننا حيال سطوح الحمادة الحصوية التي باتت تسود القطاع الجنوبي بذراعيه في ظل انحسار تربة الروضات واقتصارها على نتف متباعدة صغيرة المساحة نسبيا، وعلى مشارف منطقة الحزوم الوسطى، بخلاف ما شهدناه في القطاعين السابقين من استقامة نسبية لخطوط الارتفاعات المتساوية واتساع الفراغات بينها. إذ يتبين أن هيئة الأرض في هذا القطاع بذراعيها لها خصوصيتها الطبوغرافية، حيث تتدرج في الارتفاع من الأطراف باتجاه الوسط، ومن الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي، دون انتظام لهذا التدرج.

فالسطح على طول خط عرض سمسمه Simsimah - الشَّفلَّحية Shafallahiyah ضمن القطاع الجنوبي يتميز بالاستواء والتدرج في الارتفاع، حيث تبلغ ما بين (١١-٤١) م، تعترض انسيابه حواف صخرية من بقايا قبة سمسمه، تمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، تعلوها نقط مناسيب تتراوح ما بين



شكل رقم (١ - ١١)
خريطة التضاريس المحلية (النسبية) لسطح شبه جزيرة قطر
(معدل الانحدار)

(٢١-٢٤)م، تستمر على هذا المنوال حتى أم الثُّقَيْب، ثم نصعد سطحا متسعا فسيحا عند «الصفيريات - روضة أم سالم» بارتفاعات تقع بين (٢٥-٣٧) م، تتراجع بعدها الارتفاعات في حدها الأعلى فتبلغ ما بين (٢٥-٣٢) م حتى الصويرية، ثم ينهض السطح ثانية ليصل إلى (٤١) م بين «روضة شريف - صنع الغديريات»، يعود فينحدر رتيبا نحو السويحلية الواقعة إلى الغرب وسط ارتفاعات تتدرج نحو الساحل من علو (٣٥-٥) م. ويبدو أن ابتعاد محور القوس القطري عن الجانب الشرقي أدى إلى تركز الحدود العليا للارتفاعات عند هوامش الجناح الغربي.

أما السطح في كلا الذراعين الشرقي والغربي فيتصف بارتفاعات تتراوح في **الأول:** ما بين (٣-٤٥) م، وتقع في **الثاني:** ضمن حدود (٥-٣٩) م، تتمثل قيمة الحد الأول: - مع بعض الفروقات البسيطة - على طول الأجزاء الهامشية المحاذية للمنطقة الساحلية حتى الجنوب، بينما تميز قيمة الحد الثاني: بعض السطوح المجاورة لمنطقة الحزوم الوسطى، وهي في الذراع الشرقي أوضح منها في الذراع الغربي، حيث تتكرر هذه القيمة في نطاقين يقع أحدهما بين وادي عصمة وأبو صوى Abu Suwayy في الشمال (**خريطة ١-٦**)، ويمتد الثاني إلى الغرب من الدوحة وخاصة غرب الوجبة (**خريطة ١-٥**)، ويبدو أن سطح الذراع الغربي أقل ارتفاعا من نظيره الشرقي، لأسباب قد نحصرها في كون الذراع الشرقي أكثر اتساعا وامتداد غرضيا من ناحية، وانحرف القوس القطري في هذا القطاع بالذات نحو الشرق من ناحية ثانية، مما أتاح الفرصة لهذا الذراع في كلتا الحالتين الاقتراب من القوس القطري الناهض، بينما يتميز الذراع الغربي بالضيق من جانب، ووقوعه في مجال طرفين بنيويين هابطين هما هوامش القوس القطري وحدبة دخان من جانب آخر.

يتميز سطح القطاع الجنوبي بذراعيه اعتمادا على التناقض التضاريسي، وعدم الانتظام في تدرج ارتفاعات السطح، بالعديد من الأحواض المغلقة التي تزيد على (١٠٠) حوض يتركز (٣٣٪) منها إلى الغرب من «أم قين - أم قرن» ضمن مساحة تبلغ (٦٧٥) كم٢، وترتفع قيعانها ما بين (٩-٣٧) م، ويبدو أن بعضها صغير المساحة لا يتعدى حدود (٠,٢) كم٢، في حين يبلغ بعضها ما بين (٠,٤-١,٥) كم٢، يمثل قيمة الحد الأدنى حوض يقع إلى الشمال الشرقي من

«أم بركة»، وهو من مـخلفات قبـة سمسـمه التي تقطّعت أوصـالها، فغـدت إما أحواضـا مغلقـة أو تلالا منعزلة، تحيطـه حواف صخـرية تطل عليه من الشـمال الشرقي والجنوب الـشرقي بواجهـات ترتفع إلى حوالي (١٦)م، وبفـارق قد يصل إلى (٥)م عن قاعـه، بينما يمثل قيـمة الحد الأعلى ذلك الحـوض المغلق الذي يقع على بعد (١,٢٥) كم إلى الجنوب الغربي من الشفلّحـية، ويمتد في نفس الاتجاه، ترتفع أرضيته إلى (١٣) م، وينحدر إليه من مجموعة التلال المحيطة عدد من المسل المائية من جميع الجهات، تتراوح أطوالها بين (٨,٠-٢,٤٥) كم.

وإلى الجنوب من خط عرض «أم قرن - أبو ثيلة» حـتى الخريطيات (خريطة ١-٥) يضيق الذراع الشرقي وتعتلي سطحه بعض التلال والقـور الصغيرة، تميزها حواف صخـرية، وتشرف بواجهات شـديدة الانحدار صوب الخارج حـيث ينفرج أمامـها سطح منبسط فسـيح تزينه تربة الروضات وعدد من الأحـواض المغلقة التي تمثل (٢١٪) من مجـموع أحواض الذراع الشـرقي، وهي صغيـرة المساحة مـقارنة بالأحواض السابقة، تبلغ ما بين (٠,٠٦-٠,٤) كم٢، وتتـراوح ارتفاعاتها ما بين (١٢-٢٩) م، لا تستقبل إلا عـددا قليلا من الجداول الصغيرة والقصـيرة، باستثناء حوضين كبيرين نسبيا يلاحظهـما المتجه من «أبوثيلة» صوب الجنوب الغربي بمسافة (١,٢) كم، والمتجه من المـزروعة في نفس الاتجاه وعلى بُعْد (١,١) كم، يتـميز **الحوض الأول**: بحائط من الحـواف الصخرية المتراجـعة تتراوح ارتفاعاتـها ما بين (٢٢-٢٦) م، وبفارق (١-٥) م عن أرضية الحـوض، استطاعت المسل المائية التي تقع أطوالها مـا بين (١,٣-٣,٥) كم، فَتْح ممرات لها عـبر الحائط الصـخري من الشـمال الغـربي والجنوب الغربي لتلـقي ما تحـمله أثناء فصل المطر فـوق أرضيـة الحوض الذي تبلغ مساحته (١,٣) كم٢ تقريبا.

أما **الحوض الثاني**: فتحيطه مجموعـة من التلال المنعزلة بقممها التي ترتفع ما بين (٢١-٢٨)م، وهي بهذا تفوق منسوب أرضية الحوض بحوالى (٧-١٤) م، ورغم هذا الفارق فإن انحـداراتها نحو قاع الحوض قد تزيد من جـهة الغرب على نصف درجـة بقليل، ويغلف الحـوض خطان من خطوط الارتفاعـات المتسـاوية، يرتفع الخارجي (١٨) م، والداخلي (١٦) م، بفـارق يتراوح ما بين (٢-٤) م عن



قاع الحوض، وهو أكبر مساحة من الأول، إذ تبلغ (٦,٥) كم٢، تنتهي إليه بعض الجداول المائية ذات الأطوال المتـفاوتة، والاتجاهات المختلفة، حـيث تتراوح ما بين (٩, ٠-٧, ٣) كم. ومما يُلاحظ على طبوغـرافية السهل أن شبكة الـتصريف المائي وحتى بعض معالم السطح قد ضاعت وطمست لسببين، **أولهما**: الأعمال البشرية الزراعية، **وثانيهما**: وهو الأكثر وضوحا، التطور العمراني الذي شهدته قطر عامة ومنطقة السهل الداخلي بصفة خاصة.

وفي نطاق الدوحة من «الدحيل شمالا، والوجبة ومعيذر الريان غربا»، وعلى طول طريق الدوحة - أبو سمرة حتى السيلية في الجنوب الغربي، وطريق الدوحة - الوكرة ومنطقة النعيجة - أبو هامور جنوبا (**خريطة رقم ١-٥**)، ثم شق العديد من الطرق فامتدت المباني على طول محاورها، وزحف العمران إلى أن بات على وشك الالتحام من الأطراف، كل هذه المعالم غدت تشكل معظم طبوغرافية الجزء الجنوبي من الذراع الشرقـي لمنطقة السهل الداخـلي، وهي التي بدورها ساهمت في إخـفاء وطمس الكثير من مـلامـح السطـح، إلا أن الاستعـانة بالخرائط الطبوغـرافية التي سبق إعـدادها هذا التطـور، تعطي صـورة عن واقع هذا السطح. فـالمتجـه صوب الغرب يعتلي سطحا يبدو له من أول وهلة أنه رتيب، ولكن في عـمومياته، فإذا ما دققنا النظر نجد أنه متموج في خصوصياته (**خريطة رقم ١-١١**).

ففي الغرافة نفسها يتـفاوت السطح في ارتفاعه بشكل واضح، إذ يتراوح ما بين (٧-١٣) م، يزداد بالاتجاه نحو الشرق حتى المرخية بداية الذراع إلى (١٧) م، ونحو الغرب حتى حـدود الذراع الشرقي إلى (٣٣) م، ولكن السطح لا يخلو من بعض الروابي والتلال التي تقطع رتابته، حيث تعلوها قمم ترتفع في الشرق ما بين (١٥-٢٣) م، وفي الغـرب مـا بين (٣٦-٣٩) م، فـضلا عن انـتشـار عـدد من الأحواض المـغلقة خـاصة في قلب القطاع العـرضي لهذا النطاق، وهـي أحواض صغيرة قلما يزيد أكبرها مساحة على (٤٤, ٠) كم٢، وتقع ضمن رقعة تتباعد فيها خطوط الارتفاعات المتسـاوية، فيبدو السطح فسيحا مـستويا، ومع هذا تبلغ فروق الارتفاعـات المحلية بين أعلى القـمم وارتفاع أرضيـة الأحواض المغلقة في حـديها الأعلى والأدنى مـا بين (٨- ٢٠) م، ويلاحظ أن الجداول المائـية التي تظهـر على

الخرائط الطبوغرافية لم تعد واضحة المعالم؛ لأن الزحف العمراني بكثافته أخفى كل ما يدل عليها، ومع ذلك فإن أطوالها تتراوح ما بين (٢,٣-٤) كم، يتجه أصغرها نحو الشمال الغربي بينما ينحدر أطولها من علو (٢٨) م باتجاه الغرب، ويتميز بمقطع طولي يبلغ انحداره العام حوالى ١/ ٢١٠، ولكنه يبدو مقارنة بقيمة الانحدار العام بطيئا عند المنابع حيث تبلغ في حدود ١/٢٣٨، وأشد من ذلك في المجرى الأوسط والأدنى فتتراوح ما بين (١/ ١٦٣-١/ ١٩٦) على التوالي، ويرفد مياهه الشتوية في منطقة تقع بين الريان القديم والغرافة على ارتفاع (٩) م.

أما النطاق الممتد إلى الغرب من الدوحة، والمحصور بين طريقي «دخان وأبوسمرة» فلو طبوغرافية قد تتفق مع النطاق السابق في التطور العمراني وزحف المباني إلى أكثر من (٢٠) كم، وقد تختلف في طبيعة السطح من حيث الجوانب الموجبة منها والسالبة، إذ يتدرج السطح في الارتفاع - بشكل عام - كلما تقدمنا من الدوحة باتجاه الغرب، ويتراوح ما بين (١٠-٤٠) م، ولكنه تدرج مشروط، إذ تبلغ في الدوحة ما بين (٧-٩) م، وقد تصل إلى (١٧) م في بعض الروابي، تماثلها في هذه القيمة الروابي المنتشرة بين مريخ وكل من الريان وفريق الغانم الجديد، حيث تزداد الروابي ارتفاعا فتبلغ ما بين (١٧-٢٣)م، والسطح اتساعا كلما دنونا من فريق الغانم، إلى الغرب مباشرة من طريق «الريان - الصناعية» لاتقل الارتفاعات عن (١٨) م، ويبدأ السطح بالاتساع والانفراج عن تلال وروابي تبرز من خلاله بقممها التي ترتفع ما بين (٢٥-٣٣-٤٣) م على التوالي.

لئن كانت هيئة الأرض الموجبة من خلال نقط مناسيبها وعلوات قممها قد أبرزت بعض خصائص السطح، فإن قرينتها السالبة عبر أحواضها المغلقة ومسلها المائية قد أضفت عليها طابعا طبوغرافيا خاصا، وأكملت ملامح الصورة التي ظهرت بشكلها النهائي، ويمكن التمييز بين الأحواض المغلقة التي تقع إلى الشرق من طريق «الريان - الصناعية» وتلك التي تنتشر إلى الغرب منها، فالأحواض في الشرق يميزها الشكل الطولي، بينما يغلب الشكل الدائري على الأحواض في الغرب، ما عدا حوض الوجبة، كما أن الأحواض في الشرق أقل ارتفاعا منها في الغرب، فالأولى تتراوح ارتفاعات أطرها ما بين (١٠-١٦) م، وقيعانها بين (٧-١٥) م، في حين تبلغ في الثانية بين (٢٨-٣٠) م، (١٨-٢٩) م على

التوالي، أما من حيث المساحة فقد تفوق الأحواض في الشرق مثيلاتها في الغرب، إذ تحوم المساحة في الأولى بين (٠٠٨, ٠-٥) كم٢، ويمثل القيمة الأخيرة حوض «أبو هامور»، بينما تحتل الثانية ما بين (٠٣, ٠-٣,٢٥) كم٢، ويمثل قيمة الحد الأعلى حوض السيلية (خريطة ١-٥).

ولأحواض الجانب الغربي (الوجبة - معيذر - السَّيْلِيَّة) مواصفات خاصة تلفت الأنظار، فعلاوة على ما ذكرناه في السابق، تقع جميعها تقريبا على محور شمالي جنوبي مع انحراف حوض السيلية إلى الغرب قليلا، وتتميز بانحدار مقعر، بمعنى أن انحدار خطوط الارتفاعات يزداد كلما خرجنا نحو أطراف الحوض، وتتفق جميعها في أن خط ارتفاع (٣٠) م يغلفها من الخارج، وتختلف في مدى تقارب خطوط الارتفاعات كلما هبطنا نحو قاع الحوض الذي تؤكد قِيَمَه كذلك على هذا الاختلاف، إذ ترتفع قيعانها إلى (٢١، ٢١، ١٨) على التوالي، كما أن حوض الوجبة يمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، وأن حوض معيذر يحيطه من الجنوب حزام من الحواف الصخرية، يوافقه في ذلك حوض السيلية ولكن من الشمال والجنوب، ويشذ عنهما حوض الوجبة، الذي يلاحظ أن امتداده المحوري ساهم بشكل واضح في تفاوت انحدارات سطوح الأحواض صوب الداخل، فانحدارات سطحه من الشمال الغربي والجنوب الشرقي تبلغ ما بين (٢,٢-٣,٣) درجة، في حين تزيد على نصف درجة بقليل من الاتجاهين الآخرين، يماثله في الخصائص الأخيرة حوض معيذر والجهة الغربية من حوض السيلية، وينحدر السطح داخليا من جهة الشرق في حوض السيلية بمقدار (١,١°)، بينما تتساوى قيم الانحدار من الشمال والجنوب فتبلغ (٠٢, ١°).

تقترن المسل المائية بالأحواض المغلقة، فهي إلى الشرق من طريق «الدوحة - الصناعية» ينفرد بها حوض مريخ ويخلو منها حوض أبو هامور، وتنحدر إليه من الجهات الغربية والشمالية الغربية والجنوبية والجنوبية الشرقية من علوات تتراوح ارتفاعاتها في الأولى بين (١٢-١٨) م، وفي الثانية بين (١٨-٢٢)م، فالمسيل الوحيد القادم من الغرب والشمال الغربي ينساب ببطء عبر سطح متسع ومستو تقريبا، بطول يبلغ (١,٨٥) كم، بينما ينساب المسيلان الآخران عبر سطوح تتفاوت في طبيعتها، فالقادم من الجنوب الشرقي، يخترق مجراه الأعلى سطحا

ضيقا يبدو بعيدا عن الاستواء، في حين يسيح مجراه الأوسط والأدنى فوق سطح متسع خال من العقبات التضاريسية، بطول (١,٢٥) كم، بعكس المسيل القادم من الجنوب، إذ ينفرج السطح ويتسع في المجرى الأعلى والأدنى، بينما تقترب خطوط الارتفاعات المتساوية في المجرى الأوسط فتحدد مساره في شريط خانقي ينم عن انحدار شديد نسبيا، وبطول يبلغ (٢,٦٥) كم.

ويلاحظ إلى الغرب من طريق «الدوحة - الصناعية»، أن المسل المائية لاينفرد بها حوض دون آخر، وإنما يتمثل الانفراد في اتجاهاتها، وفي أطوالها، وفي السطوح التي تنساب عبرها، فحوض الوجبة يستقبل مجراه الوحيد الذي يبلغ طوله (٣,٥٥) كم، عبر الثغرة الجنوبية الغربية، ينطلق هذا المجرى من ارتفعات قد تصل إلى (٤٢) م وسط سطح متسع شديد الاستواء، وعند عبوره خط ارتفاع (٣٢)م، يضيق المجرى، ويجنح نحو الجانب الأيسر الذي يبدو أنه أشد انحدارا، وأقل اتساعا من الجانب الأيمن، ويرفده على الجانب الأيسر جدول بطول (١,٩)كم، يواصلان الجريان معا حتى قاع الحوض الذى يستغل نصفه الشمالي الشرقي في الزراعة، بينما تفترش تربة الروضات نصفه الجنوبي الغربي.

أما حوض معيذر فتنحدر إليه من التلال الواقعة إلى الشمال والغرب مجموعة من المسل المائية تتراوح أطوالها بين (٠,٥-٣)كم، وما يميزها أنها تخترق في مجاريها العليا منطقة سهلية مستوية، بينما تلتزم في مقاطعها الوسطى والدنيا خطوطا بنيوية من الشقوق والمفاصل تتحدد مساراتها حتى مواقع تصريفها الداخلية. تختلف عنها المسل التي تنصرف إلى حوض السيلية من الشمال الغربي والغرب والجنوب الغربي في أن أطوالها تبلغ ما بين (٠,٤٥-٤,٣٥)كم، وأن القطاعات الطولية للمجاري الصغيرة تنحدر بشدة عند المنابع، بينما ينفرج السطح ويتسع كلما اقتربت قطاعاتها الدنيا من أرضية الحوض، بخلاف المسل الطويلة التي تتميز بقطاعاتها العليا بانحدارات بطيئة، وقطاعاتها الوسطى والدنيا بانحدارات شديدة نسبيا.

ما دام الذراع الغربي (الخرائط ١-٤، ١-٥، ١-٦) عبارة عن مثلث مقلوب، فمن الطبيعي أن يضيق بالاتجاه نحو الجنوب، إذ يبلغ اتساعه من حدوده الشرقية حتى السويحلية الممثلة لقاعدته حوالى (١١) كم، بارتفاعات تتراوح بين (٣٩-٧) م، ومن حدوده الشرقية حتى أم الزبد في القسم الأوسط من الذراع

(٦,٥) كم، وارتفاعات تبلغ بين (٣٠-١٣) م، بينما لا يتعدى عرضه في الجنوب عند إرفيج (الرفيق) (٤,٣) كم، وارتفاعاته التي تقع بين (٢٤-٩) م، يتميز السطح بالاستواء وبطء الانحدار في النطاق المحاذي لمنطقة الحزوم الوسطى في الشرق، ويظهر ذلك بوضوح على طول القاعدة غربا لمسافة (٥,٤) كم، وجنوبا حتى البصيِّر Al-Busayyir، وفيما عدا ذلك فإن خطوط الارتفاعات المتساوية تبدأ في التجمع والتقارب، فيزداد تقطع السطح وتموجه وانحداره، خاصة مع تزايد كثافة التصريف، إلى أن تبلغ الحدود الغربية للذراع، ورغم هذا فإن معدلات الانحدار لا تزيد على نصف درجة في كثير من الحالات.

وإذا كان السطح يتميز بالرتابة في بعض أقسامه، فإن التموج الذي يتمثل في بعضه الآخر يوحي بوجود روابي أو تلال تقطع رتابته، وتنطبق هذه الخصائص على النطاق الواقع بين البصيِّر في الشمال وأم الزبد في الجنوب، حيث تمتد هذه الروابي على طول قطاع عرضي غير متصل نحو الغرب، تتراوح ارتفاعات قممها عند طرفي القطاع ما بين (٣١-١١) م، تتوسطه مجموعة منها مستعرضة، تعلوها نقط مناسيب تقع ما بين (١٧-٢٣) م، وقد يتكرر مثل هذا المظهر بين موقع «فيشاخ» في الشمال و«البُرَيْشَات» في الجنوب بمناسيبها التي تعلو عن سطح البحر ما بين (٣٥-١٧)م، وقد تشاهد بعض القور الصغيرة والحواف الصخرية بين إرفيج (الرفيق) وأم القهاب على يسار طريق «الجميلية - دخان»، بارتفاعات قد تصل إلى (١٤) م.

ليس هذا فحسب، بل تشترك الأحواض المغلقة في جنوح السطح نحو التموج، وهي مقارنة بأحواض الذراع الشرقي قليلة العدد تبلغ (١٠) أحواض مغلقة فقط، وصغيرة لا تتجاوز مساحة أكبرها (١,٢٢) كم٢، ويلاحظ أنها تنقسم مناصفة بين نطاقين يفصلهما القطاع المستعرض للروابي والتلال الذي أشير إليه قبل قليل، فالأحواض التي تقع إلى الشمال منه كبيرة نسبيا تبلغ مساحتها بين (٠,٠٦-١,٢٢) كم٢، وتتفق ارتفاعاتها مع التدرج في انحدار السطح نحو الغرب، فالأحواض المجاورة للهوامش الشرقية ترتفع قيعانها (٣٥) م، تتناقص هذه القيمة بالاتجاه غربا حتى تصل في حوض البُصَيِّر إلى (١٩) م، وفي حوض أم جرَّة المتاخم للمنطقة الساحلية إلى (٣) م، وهي جميعا - باستثناء حوض البُصَيِّر - تفترش أرضياتها تربة الروضات، ويبدو أنها غير مستغلة في الأعمال

الزراعيـة، أما الأحواض الواقـعة إلى الجنوب فيـتركز (٦٠٪) منهـا ضمن القطع الجنوبي لموقع إرفيج، وتبلغ مساحتـها بين (٠٤, ٠-٣, ٠) كم٢ وارتفاعاتها تتدرج نحو الغرب كسابقتها من (٢٧-٧) م.

تعتبـر المسل المائية من سمات السطح الواضـحة في الذراع الغربي، ويلاحظ أنها تتفاوت في اتجـاهاتها بقدر ما تتفاوت في أطوالها، وهي في الغـالب تتجه نحو الغرب أو الشـمال الغربي، مـتمشـية بذلك مع انحدار السطح العـام، وهي إما أن تكون ذات تصريف داخلي كما هو الحال في حوض أم جـرةً، أو تستمر فى جريانها إلى أن تنتهى فـي السبخـات الواقعة ضـمن منطقة السهل السـاحلي، ويضم الذراع الغربي (٢٣) مسيلا مـائيا، تتركز جميعها في الجـزء الواقع في الشمال من إرفيج، بينما تخلو منها منطقة رأس المثلث الممتـدة من إرفيج حتى البُرَيْثات. وتتميز مجاريها بكثرة تعـرجاتها وانحـناءاتها القائمـة نتيجـة انسـيابهـا على طول محاور الشـقوق والمفـاصل، وأن العديد منهـا قد تعـرض لعمليـات الأسـر النهري، بحكم انطـباع السطح بهذه الخصائص البنيوية، وتتراوح أطوالها ما بين (٨٥, ٠ - ٦,٢٥) كم.

٣- منطقة الحزوم الوسطى:

ليس من السـهل تحديد منطقة الحـزوم الوسطى من ناحيـة الشمـال والشرق تحديدا واضـحا، (راجع شكل رقم ١-٢) حيث تسـودهما الصـورة التضاريسـية السهليـة التي تختـفى مع امتـدادها الفسيح مـلامح هذا التحـديد، إلا أن الحدود الغربيـة للذراع الشرقي، والحدود الشـرقية للذراع الغربـي يمكن اعتمادهمـا حدين فـاصلين بين منطقتي الحـزوم الوسطى والسـهل الداخلي، بينمـا ترتبط من جهـة الجنوب الغربي بـالحافات الصـخرية المطلة على مـقعر زكـريت، وسبخـة دخان، وتشـرف من ناحيـة الجنوب على منطقة الصـحراء القطرية، ويمكـن اعتبـار طريق «الدوحة - أبو سمرة» نهـايتها الجنوبية، وعلى العموم فـإن منطقة الحزوم الوسطى تتفق إلى حد كبير مع قبة قطر الرئيسية ذات المحور الشمالي- الجنوبي. وهي عبارة عن شبـه منحرف، تنطبق القـاعدة الصغـرى على خط يصل بين روضـة أم سليم وصنع الغديريات مرورا بالصـويريات في الشمال (خريطة رقم ١-٦)، ولاتراوح القاعدة الكبـرى طريق «الدوحة - أبوسمـرة» بدءا من مركز الاتصالات اللاسلكية حتى الكرعانة في الجنوب (الخريطة رقم ١-٤).

يتنوع السطح في هذه المنطقة تنوعا يجعلها تشكل وحدة طبوغرافية متميزة في خصائصها عن المنطقة السهلية في الشمال والشرق، والأراضي الوعرة Bad Lands إذا صح التعبير في الغرب والجنوب الغربي، ومنطقة الصحراء القطرية في الجنوب، فإلى الجنوب من القاعدة الصغرى حتى أم غويلينا Umm Ghuwaylina الواقعة إلى الشمال من الصنع As Sunu مباشرة، تتميز هيئة الأرض بعدم الاستواء، ووجود تناقض تضاريسي واضح، فمن سطوح ترتفع ما بين (٣١-٣٧)م على طول الجانب الشرقي لهذا النطاق، إلى مجموعة من الروابي ذات الأشكال الدائرية أو المستطيلة تمتد بمحاذاة الحدود الغربية، يغلفها خط ارتفاع (٤٠)م، وتعلوها قمم تتراوح ارتفاعاتها بين (٤١-٤٩)م، ويتمثل الحد الأعلى في الروابي الواقعة إلى الجنوب الشرقي من الجميلية، وعلى يسار طريق «الجميلية-الشحانية».

تحصر السطوح والروابي فيما بينها أحواضا مغلقة يبلغ عددها في حدود (١٤)حوضا، وهي صغيرة المساحة لاتتجاوز (٠٣, ٠-٤٥, ٠)كم٢، وتوجد ضمن تكوينات الرس في الجانب الشرقي، في حين تتسع الأحواض ضمن تكوينات الدمام في الغرب، ويحتمل أن تكون من بقايا المخاضات التي كانت تنتشر حول القوس القطري، وتتجمع في وسطها مياه الأمطار على هيئة مناقع نظرا لوجود طبقة كتيمة Impervious تمنع نفاذها، وتمثلها القاعية Al Qa'iyah وجرى أبو غانم Jiri Abu Ghanim والحوافر Al Hawafir وهي من الأحواض المتميزة، تتراوح مساحاتها الداخلية بغض النظر عن الإطار الخارجي بين (٦, ٢-٥٥, ٣) كم٢.

وينحدر إليها السطح من الارتفاعات السابقة انحدارا هينا إلى أن نقترب من إطارها الخارجي الذي يمثله من جهة الشمال والغرب خط ارتفاع (٣٨) م، فيشتد الانحدار نسبيا مع تقارب خطوط الارتفاعات المتساوية حتى خط ارتفاع (٢٦) م، ينفرج بعدها السطح عن سهل مستو خال من التعقيد حتى قيعان الأحواض التي تتراوح ارتفاعاتها بين (٢٣-٢٩) م، تتزايد في الأحواض الواقعة إلى الغرب والجنوب من القاعية وجرى أبو غانم فتبلغ ما بين (٣١-٣٩) م، ورغم هذا التباين فإن انحدارات السطح قد تصل إلى ربع درجة من جهتي الشمال والغرب، ويلاحظ أن السطح يخلو إلا من عدد قليل من المسل المائية تبلغ (١٦) جدولا، تتركز في الأطراف، وتتراوح أطوالها بين (٧, ٠-١, ٣) كم، وهي إما أن تتجه

صوب الشرق والجنوب الشرقي، أو نحو الغرب والشمال الغربي، وقد ينحدر بعضها باتجاه الشمال كالجدول الذي ينصرف داخليا إلى موقع الصويريات.

وبالاتجاه نحو الجنوب تتسع منطقة الحزوم الوسطى مع انحسار المنطقة الساحلية في الشرق ومنطقة دخان في الغرب، فالنطاق الذي يتفق مع خط عرض البمبرة في الشمال، وخط عرض أم الأفاعي - السليمية في الجنوب (الخرائط ١-٥، ١-٦)، تساير حدوده الشرقية «أبوثيلة - أبو حصية - المزروعة» حتى أم الأفاعى، وينطبق حده الغربي على الخط الواصل بين حزم المتا وأم الجراثيم مرورا بالعوينة، يستمر الجانب الشرقي لهذا النطاق ضمن تكوينات الرس التي تعرضت طويلا لعمليات النحت، لذا يتميز السطح بالتقطع والتموج بدليل كثرة الانحناءات في خطوط الارتفاعات المتساوية، وانتشار العديد من العلوات المنعزلة التي تتفاوت في ارتفاعاتها بين الشمال والوسط والجنوب فتبلغ في محيط أبو ثيلة وإلى الشمال من خط أنابيب المياه بين (٣١-٤٧) م، تتناقص في الوسط (جنوب خط أنابيب مياه أبو ثيلة) ضمن حدود حقل الخريب، حيث يتميز السطح في بعض المواقع بالاستواء، وتتراوح الارتفاعات بين (٢١-٣٩) م، تتزايد في الجنوب ضمن محيط حَقْلَيّ أم القهاب والشحانية، وتعتلي السطح بعض القور، ذات الحواف الشديدة الانحدار على جوانبها، والتلال المتعددة القمم، وتبلغ ارتفاعات السطح في الشحانية بين (٤١-٤٦) م، ومنها ينحدر السطح باتجاه الشرق والشمال الشرقي، وتقل الارتفاعات حتى الحدود الشرقية عند المزروعة مرورا بحقل أم القهاب، حيث تتراوح الارتفاعات بين (١٦-٢١) م (خريطة رقم ١-١٠).

إضافة إلى ذلك تفترش أرضية السطح في كثير من المواقع رواسب من الحصى والحصباء المفككة، تجعل السير عليها صعبا، ولا يقتصر التباين على الجوانب الموجبة، وإنما يشمل طبوغرافية سالبة تمثلها الأحواض المغلقة والمسل المائية، فالأحواض المغلقة يبلغ عددها (٢٦) حوضا تتركز في القسم الأوسط والجنوبي من هذا الجانب، وهي أحواض صغيرة تبلغ مساحتها بين (٠,٠٢-٠,٣٦) كم٢، وتتراوح ارتفاعات قيعانها بين (١٧-٣٩) م، يتمثل الحد الأدنى في حوض يقع إلى الشمال الغربي من «أبوخْصَيَّه»، والحد الأعلى في حوض يقع إلى الجنوب الشرقي من الشحانية، ويُلاحظ أن القسم الجنوبي يخلو إلا

من جـدول واحد يتـجه صـوب الشرق من ارتفـاع (٢٤) م لينصرف إلى حـوض المزروعة عنـد ارتفاع (١٤) م (خريطة رقم ١-٥)، بينمـا تتركز المسل المـائية في القسم الشمالي والأوسط، فمسل القسم الشـمالي تتفاوت في اتجاهاتها بين الشمال الشرقي والجنوب الشـرقي والجنوب بقدر ما تتفـاوت في أطوالها، إذ تبلغ الأطوال بين (٢-٤ ,٣-٣ ,٢) كم على التوالي، في حين تتجـه مسل القسم الأوسط بوجه عام نحو الشرق، بأطوال تتراوح ما بين (٤ , ٠-٨ ,١) كم.

وفي غـرب النطاق الشرقـي، وبالتحـديد إلى الغـرب من طريق «العطورية- الشحانية» تتغـير طبوغرافية الأرض وتنفتح على سهل مـتسع فسيح واضح المعالم، تعلوه نقط مناسيب قد تصل إلى (٤٩)م، وينحدر باتجاه الغرب انحدارا قد يزيد في بعض المواقع على نصف درجة بقليل خاصـة فيما بين النصرانية والوضـيحية، وفي منطقة روضـة الفرس، والجنوب الغربي من أم الجرائيم، ولكن مـا يميز هذا النطاق مجموعة من الحزوم والروابي تمثل مناطق تقـسيم للمياه دون أن ينحدر منها أي من المسل أو الجـداول المائية على أي من الجـانـبين، فهنـاك حـزم رويضـات Hazm Ruwaydat الواقع على يسـار طريق الدوحـة-دخـان، إلى الشرق من الـنصرانيـة بحوالي (٧)كم، ويرتـفع إلى أكثر من (٥٧)م، وحـزم المتا Hazm Al Matta الذي يقع على يسار طريق الجميلية-دخان، ويرتفع في حدود (٤١)م، وحزم جري طوق Hazm Jiri Tawq الذي يقع على بعـد (٥)كم غرب الوضـيحـية، وجنوب غـرب النشامية بحوالي (٣)كم، وهو حزم مسطح، تعلوه نقط مناسيب تبلغ (٣٣)م.

ومن جفن الضب Jafn Ad Dabb تبدأ سلسلة من الروابي بارتفاعات تتراوح ما بين (٤٩-٥١) م بالامتـداد صوب الجنوب حتى طريق الدوحـة - دخان، حيث تأخـذ في الاتساع والاسـتـواء، ولكنها تـزيد في الارتفاعـات فـتبلغ في حـدود (٥٣-٥٧) م، وفيما وراء الطريق، وبالتـحديد مثلث معسكر «البُصَـيِّر - النصرانية - الوضيحـية»، توجد مجمـوعتان من الروابي يفصل بينهـما خط أنابيب الغاز أو الزيت، فالملازمة للطريق يغلفها خط ارتفاع (٥٢) م كإطار خارجي، نصعد سطحا مسـتويا تتزايد ارتفاعـاته نحو الداخل حيث يفـضي إلى مجمـوعة الروابي المتناثرة بنقط مناسيبها التي تبلغ ما بين (٥٧-٥٩) م، تتناقص هذه الارتفاعات كلما ابتعدنا عن الطريق نحو الجنوب والجنـوب الغربي واقتربنا من الـوضيحيـة، ويبدأ السطح

الذي عهدناه مستويا ومتسعا في التضرس والضيق، ويضم المجموعة الثانية من الروابي التي تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٤٩-٥٥) م، ورغم ذلك فإن انحدار السطح نحو الوضيحية - مثلا - يصل إلى (١/ ٢٠٣)، ونحو النصرانية (١/ ٢٦٣) (خريطة رقم ١-١٢).

وإلى الجنوب من روضة المهاندة Rawdat Al Mahanadah، وعلى طول الهوامش الغربية لهذا النطاق، يتميز السطح بالاستواء والتدرج في الانحدار نحو الشمال الغربي والغرب والجنوب الغربي، فمن علوات تبلغ عند روضة المهاندة ما بين (٣٧-٣٩) م، إلى ارتفاعات تصل حول النشامية في الجنوب بين (٢٧-٣٣)م، تقطع تدرجها عند روضة الفرس بعض الروابي التي ترتفع إلى (٤١) م، ومع توجهنا نحو الغرب تتناقص هذه الارتفاعات إلى أدنى قيمها حيث تتراوح بين (١١-٢٣) م، ولعل الهوامش الشمالية الغربية من هذا النطاق تشهد على وجود عدد من المسل المائية الصغيرة ذات التصريف الداخلي، تنصرف من علوات تبلغ ما بين (٢٨-٣٤) م، وتنساب لمسافات تنحصر فيما بين (٤٥, ٠-١, ٣) كم.

لئن كانت الحزوم والروابي هي السمة السائدة على هيئة الأرض في هذا النطاق، فإن الأحواض المغلقة من أبرز السمات السالبة في غياب المسل والجداول المائية، إذ يبلغ عددها (٢٨) حوضا مغلقا، يتركز (٩, ٦٧٪) منها إلى الجنوب من قطاع «طريق الدوحة - دخان» الممتد من معسكر البصير حتى العوينة، حيث تتزايد عددا واتساعا كلما دنونا من سبخة دخان، فالأحواض الواقعة إلى الشمال من قطاع الطريق المذكور والمحصورة بين الحزوم والروابي ترتفع قيعانها إلى أكثر من (٤٣) م، في حين تعلو أرضية الأحواض الخارجة عن مناطق الحزوم نقط مناسيب تتراوح ما بين (٢٥-٣١) م، وتفترش قيعانها - بصفة عامة - تربة طينية قد تستغل في أعمال الزراعة، وهي أحواض مستطيلة ذات محاور متفاوتة، تبلغ مساحتها ما بين (١٥, ٠-٥, ١) كم٢.

أما الأحواض الواقعة إلى الجنوب من قطاع الطريق فتميزها ارتفاعات تصل في الأحواض التي تقع إلى الجنوب الشرقي من النصرانية ما بين (٤٤-٤٥) م، ولكنها صغيرة المساحة لا تتعدى (٢٧, ٠) كم٢؛ لأنها محاطة بحزام من الروابي تتراوح ارتفاعاتها بين (٤٩-٥٥) م، ويلاحظ أن الجانب الشرقي أكثر انحدارا من



شكل رقم (١-١٢)

خريطة كوربلث معدل الإنحدار لسطح شبه جزيرة قطر

الجانب الغربي، حيث يبلغ ما بين (١/١٠٥-١/٢٧٥) على التوالي، تتناقص ارتفاعات أرضية الأحواض مع انخفاض السطح بالاتجاه غربا، فتبلغ في محيط النشامية ما بين (١٩-٢٣) م، وفي أم الجراثيم تختلف الصورة تماما، نظرا لاقترابنا من مقعر زكريت وسبخة دخان، فمن ارتفاع (١٧) م لقيعان بعض الأحواض إلى (٣) م في بعضها الآخر، وقد يصل إلى متر واحد فقط.

وهي أحواض فسيحة تغطي مساحة تتراوح ما بين (٢,٠-٥,١) كم٢، تحيطها مجموعة من التلال القبابية والمخروطية وترتفع ما بين (٣١-٣٢) م، وبعض الروابي التي تقل عن ذلك فتبلغ ما بين (١٧-١٩) م، والقور ذات الحواف الصخرية شديدة الانحدار، تعلوها قمم تتراوح ما بين (٢٣-٢٤) م، إضافة إلى لسان من الأرض المرتفعة يندفع على هيئة بروز Salient of Spur باتجاه الغرب نحو سبخة دخان متولدا عن تل يرتفع إلى (٢٢) م، هذه الخصائص الطبوغرافية تنحصر في رقعة لا تتجاوز مساحتها (٦٣,٥) كم٢، وهي بلا شك مرتبطة بعمليات الهبوط التي انتابت هذا الجزء من شبه جزيرة قطر، ولهذا تبدو الانحدارات شديدة نحو الأحواض المغلقة، إذ تبلغ ما بين (٥,٠-٢,٥) درجة، بغض النظر عن السفوح القائمة لبعض الحواف الصخرية (**خريطة رقم ١-١٢**).

أما النطاق الجنوبي من منطقة الحزوم الوسطى (**الخريطتان ١-٤، ١-٥**) فيحده خط عرض الحسينية - السليمية في الشمال والقاعدة الكبرى لشبه المنحرف في الجنوب، ويمتد من خط يصل بين زرع العطية ومركز الاتصالات اللاسلكية مرورا بأم قرون Umm Qurun في الشرق (خط طول ٢٠َ ٥١ْ)، حتى الخط الذي يربط السليمية بالكرعانة ويمر بكل من الطويل At Tuwayyil - البرثة Al Barthah - وقبة البرّاق Wqbat Al Barraq - أمهات العنز Ummahat Al ‘Anz - روضة الأرنب Rawdat Al Arnab - الصبيحة As Subayhah في الغرب، ويلاحظ أن هذا النطاق يضيق في الشرق، فيبلغ اتساعه بين الشمال والجنوب في حدود (٢٠)كم، يأخذ بالانفراج نحو الغرب حتى يبلغ أقصى اتساع له بين السُّليمية والكرعانة في خط مستقيم حوالي (٣٨) كم.

فلو بدأنا **بالقطاع الشرقي** من هذا النطاق سنجد سطحا متقطعا يفتقر إلى الاتساع، إلا من بعض أجزاء منه في الوسط، وتطغى على السطح أراضي الحمادة

الصخرية، وفيما عدا الارتفاعات التي تبلغ حول الحسينية ما بين (٢٥-٣٧)م، فإنها تتزايد من هذا الموقع باتجاه الغرب والجنوب فتتراوح ما بين (٤١-٤٩)م، وتمثل هذه الارتفاعات كثيرا من الروابي المنعزلة التي تنتشر بشكل واضح في هذا القطاع، وقد تفوق بعض الروابي المحيطة بأقواع الحمض Aqwa' Al Hamd في ارتفاعاتها الحد الأعلى لهذه القيمة، حيث تحوم حول (٥١-٥٣) م، ويلاحظ أن حزمة من خطوط الارتفاعات المتساوية المتجمعة تمتد من زرع العطية تقريبا باتجاه الغرب، تمثلها في بداية الحزمة ولمسافة (٦,٥) كم حواف صخرية تتفق مع خطوط الارتفاعات التي تبلغ (٣٠) م، تتزايد مع تراجع الحواف باتجاه الجنوب حتى تصل إلى (٤٢) م، تستمر الحزمة دون الحواف حتى حزم أم الطين Hazm Umm At Tin الذي يرتفع إلى حوالي (٤٧) م، ثم تبدأ الحواف الصخرية بالظهور المتقطع مع اتجاه الحزمة نحو الجنوب، بارتفاعات تتراوح ما بين (٤٠-٤٦) م، إلى أن نشرف على حزم بيشه Hazm Bishah حيث تتناوب القور الدائرية والحواف الصخرية الطولية المواقع على طول جانبه الغربي بارتفاعات تبلغ ما بين (٣٦-٤٧) م للقور، وبين (٣٨-٤٢) م للحواف الصخرية.

يتميز السطح في هذا القطاع إضافة إلى ذلك بالعديد من الأحواض المغلقة تبلغ (٨٢) حوضا في مساحة تساوي (٢٩٠)كم٢، أي أن حوضا واحدا لكل (٣,٥)كم٢ تقريبا، وهي أحواض تتفاوت في ارتفاعات قيعانها ومساحاتها وفق توزيعها المكاني بقدر ما تتفاوت في خصائص تكويناتها، فتبلغ ارتفاعاتها حول الحسينية في شمال القطاع ما بين (٢٥-٤٣)م، ومساحاتها (٠,٠٢-٠,٦٥)كم٢، وفي وسط القطاع بين الحسينية وأقواع الحمض يوجد (٨٠٪) من الأحواض المغلقة بارتفاعاتها التي تتراوح ما بين (٣١-٤٧) م، ومساحاتها من (٠,٠٢-١)كم٢، فالحدين الأدنى للارتفاع والأعلى للمساحة يتمثلان في سلمية السيلية Salamiyat As Sayliyah الواقعة على بعد (١,٧٥) كم جنوب أم قرون Umm Qurun، وتنساب ضمن مساحة هذا الجزء التي تبلغ في حدود (٣٧,٥) كم٢ مجموعة من الجداول المائية في جميع الاتجاهات باستثناء الغرب إلى مسافات تتراوح ما بين (٠,٤٥-١,٩) كم، وفيما عدا ذلك فإن هذا القطاع يخلو من المسل المائية.

أمـا في جنوب القطاع فـيـتمـثل حـوالى (٩,٨٪) من الأحـواض المغلقـة بارتفاعات تبلغ ما بين (٢٩-٤١)م، أهمها حوض «أم الشبرم - البديعة - أم قرن» الذي يقع على يمين المتجه من الدوحـة إلى «أبو سمرة» بحوالي (٢,٢٥) كم، إلا أن حدود الحوض الخـارجية تُقَلِّص هذه المسافة فـتبلغ (١٥٠) م فقط، وهو ثلاثي الأحواض بارتفاعات متسـاوية (٢٩) م، ينغلق على نفسه بخط ارتفاع داخلي يبلغ (٣٢) م، تتزايد الارتفـاعات كلما تقـدمنا نحو الإطار الخارجي حـتى خط ارتفاع (٤٦-٤٨)م، وهي خطوط متـقاربة جدا جعلت الانحـدار باتجاه قيعـان الأحـواض الثـلاثية شـديدا، حـيث يبلغ (١,٤-١,٧) درجـة من جهـتي الشـمال الشـرقي والجنوب الغـربي على التوالي، بينـما تقل عن الدرجـة بقليل من جهـة الجنوب، ويضم هذا الحوض دحل المسفر الذي يتعمق في باطن الأرض إلى حوالى (٣٥)م، وتحيط الحوض بعض الروابي المنعزلة والتلال المخروطيـة بارتفاعاتها التي تتراوح ما بين (٤١-٤٩) م، ويشرف على الحـوض من جهة الجنوب والجنوب الغـربي حزام من الحواف الصخـرية، يرتكز على محور شمالي غـربي - جنوبي شرقي، ويقطع خطوط ارتفاعات تبلغ ما بين (٤٠-٤٦) م.

أما القطاع الغربي فيتفق في حده الشرقي مع طريق الوبرة - روضة راشد - أم الشبرم، ويبدأ السطح فيما بين الوبرة - أم المواقع بارتفاعات من (٤١-٥١) م، تنخـفض في محـيط روضة راشد لـتصل إلى (٣١) م، في حين يتـســع السطح باتجاه أم طاقه وتتدنى المناسيب إلى (٣٣) م، يتـبدل الوضع إلى الغرب مباشرة من «أم طاقه»، حـيث تبدأ خطوط الارتفاعات المتـساوية بالتجمع والتـلاحم في حزام متقطع من الحواف الصخرية، ضـمن تكوينات الرس والدمام الأسفل، تحصر بينها بعض الروابي والتلال القبابيـة بارتفاعات تتراوح بين (٤٢-٥١) م، تنطلق خطوط الارتفاعات باتجـاه الجنوب لمسافة (٩) كم، ثم باتجاه الجنوب الشـرقي بين الخيـرية وأم شميـم في الشمال، وأم وشاح والسـهلة في الجنوب، فتضم الصقـعـة وحزم «أبو خيسه» Hazm Abu Khısah، مع مجموعة من الروابي المنعزلة والتلال القبابية ترتفع بين (٤١-٦١) م، تفصل بينها سطـوح سهلية مستطيلة تتسع أحـيانا إلى ما بين (١,٢) كم عـرضـا، (١,٨٥) كم طولا، تعلوها نقط مناسـيب تبلغ مـا بين (٤٥-٥٣) م، وتضيق أحيانا أخرى إلى ما بين (١,٣٥-١,٥٥) كم على التوالي، وتبلغ ارتفاعاتها (٤٥-٤٩) م.

وباتجاه «أم العظام - الخرسعة - أم القريضي» نشرف على سطح مستو يتسع نسبيا إلى الشرق من أم العظام وتقل ارتفاعاته التي تبلغ ما بين (٣٣-٣٩) م، ثم يأخذ في الانحسار والتزايد في الارتفاع من خط عرض الخرسعة صوب الجنوب حيث تبدأ بعض الروابي بالظهور في تجمعات متقاربة حتى أم القريضي، تعتليها ارتفاعات تتراوح بين (٥١-٥٣) م، وإلى الغرب من هذا الحزام نكون بإزاء طبوغرافية متغايرة، ارتبطت في محيط «الطويل - البرثة - وقبة البرّاق» كما سبق أن أوضحنا بمقعر زكريت، لذا نشاهد سطحا متقطعا يهبط من ارتفاعات تتراوح ما بين (٢٥-٣٩) م، إلى ارتفاعات تبلغ بين (١١-٢٥) م، وتأثرت في محيط أم سمرة - أمهات العنز بانحراف محور حدبة دخان باتجاه الجنوب الشرقي فارتفع السطح إلى حوالي (٥٣) م.

وما يميز هذا القطاع - بالإضافة إلى الروابي والتلال - أشرطة من الحواف الصخرية تلازم الهوامش الغربية المحاذية لسبخة دخان وتلتزم في امتدادها محاور إطارها الخارجي. وعدد من الأسافين الأرضية التي قد تطل من ارتفاعات تبلغ ما بين (٣٥-١٦)م، أو تتوغل داخل السبخة من علوات تبلغ (١٩) م على شكل سهم مستدق من الحواف الصخرية شديدة الانحدار. وبعض الثغرات Re-entrant التي تمثل انحناءات في سطح الأرض المرتفعة، وهي بمعنى آخر عبارة عن أراضي منخفضة اندفعت داخل أراضي أكثر ارتفاعا كما هو الحال في الشمال الغربي من الطُّوَيِّل، وفي «أم سمرة»، فتبلغ الارتفاعات في الأولى ما بين (٣-١٦) م، وتمتد باتجاه الشرق، وفي الثانية من (٣٨-٤٤) م وتتجه نحو الجنوب.

وفي القطاع الممتد إلى الغرب من السهلة والمحصور بين الطريق المؤدية إلى «أم باب» والأخرى المؤدية إلى «أبو سمرة» (الخريطتان ١-٤، ١-٥)، يتقطع السطح بشكل يوحي بسيادة الحمادة الصخرية، وتسيطر الروابي والتلال متعددة القمم على مظهر السطح العام بارتفاعاتها التي تتراوح بين (٥١-٦٩) م، وتتمثل القيم العليا التي تزيد على (٦٠) م في موقع «أم الغربان» من ناحية، وضمن رقعة مستطيلة تحدد جوانبها «أم الصُّوَب - الكرعانة - الصبيحة - جر الغاف» من ناحية أخرى، وقد ينفرج السطح على سهل متسع نسبيا حول «العشارى» Al 'Ashara (أو العشرة) في الشرق بارتفاع (٥٣) مترا، وضمن محيط روضة الأرنب في

الغرب بارتفاعات تتراوح بين (٤٥-٤٧) م، ومع ذلك فإن هيئة الأرض تنحدر انحدارا بطيئا قد يصل إلى ربع درجة بسبب تقارب قيم نقط المناسيب، وانتشارها بشكل قلّص الفارق بين أجزاء السطح المختلفة.

أما بالنسبة للأحواض المغلقة فهناك (١٦٧) منها، وهي تعترض استمرارية استواء السطح، بل تؤدي إلى تموجه، وينتشر (١٢٢) حوضا على مساحة تبلغ (٧٥٠) كم٢، بمعنى أن حوضا واحدا لكل (٦) كم٢، وهي في مجملها أحواض صغيرة لا يتجاوز بعضها في مساحته (٠,٠١) كم٢، بينما يغطي البعض الآخر مساحات كبيرة، فحوض الخيرية الذي يقع إلى الجنوب الغربي من «أم المواقع»، يمثل نهاية الأراضي السهلية في هذا الاتجاه، فتحده من الغرب والجنوب الغربي مجموعة الروابي والتلال التي تحدثنا عنها سابقا، وهو عبارة عن مثلثين برأس واحدة في الوسط، وقاعدتين تواجهان الشمال الشرقي والجنوب الغربي، تبلغ مساحته حوالي (٢,٢) كم٢، وارتفاع قاعه (٣١) م، وينحدر إليه السطح بمقدار (٠,٥) درجة من جهة الروابي والتلال، وما عدا ذلك فإن الانحدارات نحوه لاتذكر.

وحوض أم طاقه Umm Taqah الذي يمتد على محور شمالي - جنوبي بطول يبلغ (٥) كم، ومعدل عرض (٠,٦٩) كم، يغلفه خط ارتفاع (٢٨) م، ويرتفع قاعه ما بين (٢٣-٢٧) م، وتبلغ مساحته في حدود (٣,٥٥) كم٢، ينفتح من جهة الشرق على سهل مستو ومتسع نسبيا، مما ترتب عليه انحدارات هينة جدا، في حين ينغلق السطح وتتجمع خطوط الارتفاعات المتساوية على طول حدوده الغربية، فتظهر بعض التلال بمحاذاة نصفه الشمالي، وحزام متقطع من الحواف الصخرية بمحاذاة النصف الجنوبي التي قد تبتعد عن ركنه الجنوبي الغربي، ولهذا يبلغ انحدار السطح باتجاه الحوض ما بين (١,٦) درجة في الشمال، (١,١) درجة في الوسط، وحوالي (٠,٨٨) درجة في الركن الجنوبي، وينتهي في الجزء الشمالي من الحوض جدول مائي وحيد ينساب من التلال الغربية بطول يبلغ (١,٢) كم، ومن المحتمل أن يتبع في قطاعه الأوسط محاور بعض الشقوق والمفاصل وخاصة بين خطي ارتفاع (٣٨-٣٢) م، حيث ينثني المجري بزوايا قائمة. وهناك أحواض السهله وأم وشاح وحزم أبو خيسه وروضة راشد ذات الأهمية

الخاصة لاحتواء تكويناتها على المياه الجوفية التي تغذي آبارها مصنع الأسمنت في أم باب والجزء الجنوبي من منطقة دخان.

٤- منطقة دخان:

تعتبر منطقة دخان من المناطق الطبوغرافية الهامة في قطر؛ لاشتمالها على العديد من الوحدات البنائية المعقدة، وهي التي يمكن أن تصور لنا مجمل الأحداث التي تعرضت لها شبه جزيرة قطر من بداية الزمن الثالث، فالمنطقة تحتل الجزء الأكبر من جانب قطر الغربي (راجع خريطة رقم ١-٢)، إذ تتخذ شكلا طوليا شماليا-جنوبيا، تضيق في الشمال نسبيا ولكن سرعان ما تتسع بالاتجاه جنوبا، حيث تبتعد الحافات الصخرية عن الساحل لتفسح المجال أمام السهل الساحلي الرملي بالاتساع والانفراج نحو الداخل. فالمنطقة لاتقتصر على حدبة دخان فحسب، بل تمتد لتشمل الحافات الصخرية المطلة على مقعر زكريت من جهة الغرب، واعتبارها الحدود الشرقية لها، أما الحدود الغربية فتمثلها منطقة الساحل القطري، وعلى هذا الأساس يتفاوت عرض المنطقة ما بين (٣)كم في الشمال، و(١٩)كم في الوسط، و(٦)كم في الجنوب. أما امتدادها الطولي فيبلغ في حدود (٨٧)كم ويبدأ من رأس أبروق الذي يطل على جزر الدواخيل في الشمال حتى النخش An Nakhsh التي تشرف بواجهتها الجنوبية على طريق الدوحة - أبوسمرة في الجنوب، وبناء عليه تمتد المنطقة فلكيا بين خطي عرض (٠٥َ ٢٤ْ، ٣٩َ ٢٥ْ) شمالا، وبين خطي طول (٤٩َ ٥٠ْ، ٥١ْ) شرقا (الخرائط ١-٣، ١-٤، ١-٥).

الميزة الطبوغرافية الأساسية لهذه المنطقة ذات شقين: **الشق الأول**: هو التضرس المتمثل في حدبة دخان بوحداتها (**خريطة رقم ١-١١**)، والارتفاع الذي يصل أقصاه إلى (٩٢) م في حزم النخش، **والشق الثاني**: هو البساطة والانخفاض الواضحين لبعض وحدات سطح المنطقة حتى دون منسوب سطح البحر، إذ يصل إلى (-٥) م في سبخة دخان، وبهذا يبلغ التضرس المطلق للمنطقة (٩٧) م، بينما يبلغ في قطر ككل (١٠٨) م، وستتضح هذه الخصائص فيما يلي:

ففي أقصى شمال المنطقة تمتد شبه جزيرة أبروق كلسان صخري يرتكز على محور عام شمالي - جنوبي، يفصل دوحة الحصين التي تحاذي ساحله الشرقي عن

كل من «أرخبيل جزر حوار» في الشـمال الغربي والغرب، و«خليج زكريت» الذي يمتد إلى الغرب من نصفها الجنوبي، والذي يفصله بدوره جزئيا عن الجزء الشمالي لوحدة دخان، ويبلغ طول وحدة أبروق من رأس أبروق في الشمـال حتى قاعدتها المتفقـة مع خط عرض بير زكريت في الجنوب حوالي (٢١) كم، بينمـا يبلغ معدل اتساعهـا (٦,٥) كم، ولكن هذا الاتساع يتفاوت بين الشـمال والوسط والجنوب، فيبلغ (٨، ٤، ٧) كم على التوالي، وبهذا تساوي مساحتها حوالي (١٣٠) كم٢، وتمتـد فلكيا بين خطي عـرض (٢٨َ ٢٥ْ، ٣٩َ ٢٥ْ) شمـالا، وبين خطـي طـول (٣٠َ ٤٧َ ٥٠ْ، ٥٤َ ٥٠ْ) شرقـا، وبهذا تحـتل (١١) دقيـقة عرضـية، وأكـثر من (٦,٥) دقيقة طولية.

وتتميز شـبه جزيرة أبروق وخاصة النصف الشمـالي منها بسلسلة من الجروف تمتـد على جانبي شـبه الجـزيرة، يبلغ طولها (٧,٢)كم، ويبـدو أن ارتفاعـات هذه الجروف تختلف من جانب إلى آخر، فهي على الجانب الغربي أكثر ارتفاعا منها على الجانب الشرقي، إذ لاتقل بالنسبة للأول عن (١٨)م، وقد تصل في بعض القطاعات إلى (٢٠)م، بينما تنخفض في الثاني بـحيث لاتتجاوز (١٠)م، وفي داخل السلسلة لايقل ارتفاع نقط المناسيب عن (١٣)م كحد أدنى، وعن (٢١)م كـحد أعلى، وفيما عدا ذلك فإن ارتفاعات السطح لاتزيد على (٩)م، بل تصل إلى مستوى سطح البحر في مناطق السبخات التي تغشاها مياه المد العالي أو حتى البسيط.

ورغم تركز الارتفـاعات في الوسط، حـيث تقف التلال المنعـزلة التي يبلغ ارتفاعها (٢٠) م كشواهد وسط سطح يتميز بالاستواء، وكمظهر طبوغرافي يشكل العمود الفقري لشبه جزيرة أبروق (خريطة رقم ١-٥)، إلا أن السطح ينحدر بوجه عام من الغرب باتجاه الشرق، وتتحقق هذه السمة على الجانب الغربي لأن الجروف تقع بعيدا عن خط الساحل، بينما لا يتحقق هذا على الجانب الشرقي لأن الجروف تقف على شكل حوائط ترتفع بما لا يقل عن (١٠) م ملاصقة لخط الساحل تماما، حيث ما فتئت حركـة المياه تعمل فيها نحتا، فتقوض الـقواعد وتشكل التجويفات والكهوف، ويلاحظ أن مـعدلات الانحدار في النصف الطولـي الغربي تزيد على درجتين، في حين لا تتـعدى في النصف الطولي الشرقي نصف درجـة، علما بأن واجهات التلال والقور والجروف تبدو قائمة.



أما النصف الجنوبي لشبه جزيرة أبروق فيمكن التمييز فيه بين مظهرين للسطح: يمتد **الأول**: إلى الشمال من بير زكريت، ويشكل **الثاني**: قاعدة شبه جزيرة أبروق ويقع إلى الجنوب من بير زكريت، يتفق المظهران في أن المرتفعات التي تعتلي سطحيهما عبارة عن جروف بحرية متقطعة، تفصلها عن بعض مساحات تبدو مستوية، مكونة ممرات بينها، قد تغطيها بعض ركامات السفوح، أو تتسرب إليها مياه البحر أثناء المد العالي، فتحيلها إلى مناقع مؤقتة للمياه، وربما تغدو مستديمة، ويختلفان في أن جروف الأول تمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، بعكس جروف الثاني التي ترتكز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، كما أن أقصى علوات لجروف المظهر الأول تتواجد عند طرفي المحور حيث تبلغ (٢١) م، بينما لا تزيد على (١٩) م في وسط المحور، وقد تصل إلى (١٣) م، في حين تتجمع الارتفاعات في المظهر الثاني في وسط الواجهة الجنوبية الشرقية للمحور فتبلغ (٣٠) م، وتحوم حول (٢٥-٢٧) م عند أطراف المحور، أما الشرفات الشمالية الغربية المقابلة لخليج زكريت فلا تزيد ارتفاعاتها على (٢٠)م، بل تصل في حدها الأدنى إلى (٩)م، ولهذا التباين في الارتفاعات مغزى بنائيا قد يوصلنا إلى استخلاص هام وهو: أن جروف المظهر الثاني ربما تكون أحدث عمرا من الأول، وبالتالي تعرضت الأخيرة لعمليات النحت والتعرية فترات أطول، مما أدى إلى إزالة علواتها البارزة وتخفيضها إلى الحد الذي تبدو عليه في الوقت الحاضر.

تعرض الجزء الجنوبي من خليج زكريت لحركة رفع تكتونية، فانفصلت عنه ما تسمى بسبخة دخان دون أن تبلغ في ارتفاعها منسوب سطح البحر، بل بقيت أجزاء كثيرة منها حتى الآن تحت مستوى سطح البحر، ويتمثل أقصى انخفاض لها في الطرف الجنوبي حيث يبلغ حوالى (-٥) م، والسبخة عبارة عن بحيرة داخلية تمتد من نقطة التقاء طريق «الجميلية - دخان» مع طريق «الدوحة - دخان» باتجاه الجنوب الغربي فالغرب بعرض يصل إلى (٩) كم، [لم نضع في اعتبارنا عند القياس خط ارتفاع صفر]، تطل عليها من الشمال الغربي حواف صخرية (جروف ساحلية) ترتفع إلى حوالى (٢٧) م، بينما تنخفض السبخة بالمقابل مترا واحدا، فيكون التضرس المحلي (٢٨) م.

تضطر السبخة بعد ذلك إلى الاتجاه نحو الجنوب عبر شريط ضيق يبلغ اتساعه في المعدل (٢,٧٥)كم، بسبب امتداد الجناح الشرقي لحدبة دخان الذي يرتفع إلى أكثر من (١٠)م في خط مستقيم ومتصل على طول الجانب الغربي للسبخة، فيما تحفها من الشرق ارتفاعات لاتزيد على (٧)م، ولهذا يحوم التضرس المحلي حول (١١، ٨)م على التوالي، تبدأ السبخة بعد ذلك بالتحرر والانفراج نحو الشرق والجنوب الشرقي ليصل عرضها إلى (٥)كم، إلا أن وقوف بعض الحواف الصخرية في هذا الاتجاه، وتوغلها في السبخة على شكل بروز لم يَحُلْ دون امتدادها فحسب، بل شطرت جزءا يقع حاليا في أقصى الطرف الجنوبي الشرقي منها، فأضحى يمثل حوضا مغلقا ومعزولا عن السبخة الأم يهبط في حدود (-٥) عن مستوى سطح البحر، تحيطه حواف صخرية قد ترتفع مناسيبها إلى حوالي (١٥)م، وضمن محيط هذا الحوض تصل قيمة التضرس المحلي إلى (٢٠)م. أما امتدادها الطولي من الشمال إلى الجنوب فيبلغ معدله (١٨ كم، وتبلغ مساحتها (٧٩,٣)كم٢ تقريبا، وتعتبر سبخة دخان منذ أن تشكلت حتى الوقت الحاضر المنفذ الوحيد الداخلي لتصريف المياه المنحدرة إليها من الحواف الشرقية لوحدة دخان الجبلية، ويلاحظ أن انحدارات سطح السبخة تبلغ في المعدل ما بين (٢٥, ٠-٥, ٠) درجة في الوسط والأطراف على التوالي، وهذا يعني أن سطح السبخة ينحدر انحدارا هينا من الهوامش باتجاه الوسط الذي يمثل أكثر أجزاء السبخة انخفاضا (باستثناء الحوض السبخي المغلق).

إلى الغرب من سبخة دخان توجد وحدة دخان الجبلية (**الخرائط أرقام ١-٣، ١-٤، ١-٥**)، وهي من المعالم الطبوغرافية الهامة والواضحة، إذ تمتد هذه الوحدة دونما انقطاع من رأس دخان في الشمال حتى حزم النخش في الجنوب لمسافة تزيد على (٧٢)كم، فالجزء الشمالي من الوحدة والمحصور بين رأس دخان ورأس الدعسة يتميز بارتفاعات تتركز في التلال الواقعة إلى الشرق من مدينة دخان وإلى الشمال من الخطية، حيث تتراوح بين (٧٣-٧٤)م، تتناقص في جميع الاتجاهات، إذ تتدرج في انخفاضها نحو رأس دخان في الشمال من (٤٣)م إلى حوالي (١٩)م، وقد يصل ارتفاع بعض التلال القبابية إلى (٥٠)م، والسطح في هذا الجزء يخلو من التعقيدات التضاريسية، وتقترب بعض الحواف الصخرية من الشريط الساحلي وخاصة إلى الجنوب من رأس الغارية حيث ترتفع نقط مناسيبها إلى (٣٥)م.

ويلاحظ أن خطوط الارتفاعات المتساوية تتباعد كلما اقتربنا من الشريط الساحلي، بحيث يتفق خط ارتفاع (٢) م مع خط الساحل في كثير من المواقع، بينما تتجمع وتتقارب بالاتجاه نحو الغرب رغم تدني قيمها عما شاهدناه في دخان والخطية، حيث تبلغ (٥١) م في حدها الأعلى، و(٧) م في حدها الأدنى وخاصة في محيط السبخة، أما نحو الجنوب فيتسع السطح ويستوي، وقد تخلو بعض أجزائه من خطوط الارتفاعات، لتعتليها نقط مناسيب ترتفع بين (٢١-٢٥) م، وتبرز فوق السطح هنا مجموعة من التلال القبابية والمخروطية، يتميز بعضها بقمّتين تصل ارتفاعاتها بين (٤٥-٥٥) م، ويتسم البعض الآخر بقمة واحدة تحوم علواتها حول (٣٥-٥٧) م، ويلاحظ أن الانحدارات من نقطة معيارية ولتكن تلة دخان التي ترتفع إلى (٧٤) م باتجاه سبخة دخان وخط الساحل في خط مستقيم تتراوح ما بين (٣,١-٢,١) درجة، وكثيرا ما نشاهد بروزات صخرية تقطع استواء السطح وتدرجه، كما هو الحال في الدعسة، حيث تولد لسان من تلة ترتفع (٤٤) م انطلق نحو الشمال الغربي بمحاذاة الساحل إلى أن وصل ارتفاعه عند نهايته (١١)م، تميزه في بعض المواقع وعلى الجانبين حواف صخرية تطل بشرفاتها نحو الخارج.

تستمر مظاهر التضرس إلى الجنوب من الدعسة سائدة (الخرائط ١-١٠، ١-١١، ١-١٢)، وتغطي السطح من خط الساحل في الغرب حتى سبخة دخان في الشرق خطوط ارتفاعات متزاحمة ومتلاصقة قد تلتقي في حال تشكل الحواف الصخرية التي تتميز بها قبة فحاحيل، ولا تترك بينها إلا سطوحا ضيقة جدا تعلوها نقط مناسيب ترتفع ما بين (٤٩-٦٧)م، وتتمثل بصفة خاصة إلى الجنوب من خط عرض «أم باب - مصنع الأسمنت»، ويتضح من الخريطة الطبوغرافية (خريطة رقم ١-٥)، أن هيئة الأرض في هذه الوحدة تشتمل على العديد من الروابي المنعزلة وخاصة في الجزء الجنوبي الشرقي منها، حيث تتباعد خطوط الارتفاعات المتساوية فتبلغ ارتفاعاتها المحلية بين (١٧-٢١) م، والتلال ذات القمة الواحدة أو القمتين، حيث ترتفع نحوا من (٥٣-٥٩) م، وهناك تلال ثلاثية القمم ترتكز على محور شمالي - جنوبي ترتفع ما بين (١٤-١٦) م عند الهملة، وبين (٢٢-٢٦) م إلى الشمال من مصنع الأسمنت.

وباقتراب خطوط الارتفاعات المتراصة من الساحل، يضيق تبعا لذلك السهل الساحلي أو قد يختفي وخاصة عند مواضع الرؤوس الصخرية، في حين تتباعد هذه الخطوط إلى الشمال من الهملة لتترك شريطا ساحليا متسعا نسبيا، وإلى الجنوب من الهملة نعتلي خطوط ارتفاعات متوازية بشكل منتظم تقريبا باتجاهنا نحو الداخل حتى البداية الشمالية لقبة جليحة حيث نصعد بعض قممها التي ترتفع ما بين (٧٦-٨١)م، وقد تصل إلى (٨٣)م في الوسط، ومن جناحي هذه القبة تتناقص الارتفاعات باتجاه الشرق نحو الحورية فتبلغ ما بين (٣٥-٤٩) م، وباتجاه الغرب نحو أبو ظُرَيْفه فتحوم حول (٣٤-٣٨)م، ولكن ما يلفت الانتباه أن خطوط الارتفاعات المتوازية على الجانب الغربي أكثر تقاربا والتصاقا مما هي عليه في الجانب الشرقي، وتؤكد هذه الخصائص على تزايد انحدارات السطح التي تبلغ أكثر من (٢) درجة نحو الغرب وتدرج انحداراته نحو الشرق التي ربما تصل إلى نصف درجة (**خريطة رقم ١-١٢**).

وإلى الجنوب من جليحه يبدأ السطح بالاتساع والانخفاض وخاصة في الوسط، حيث لا تقل ارتفاعاته في معدلها عن (٥٥) م، تشرف عليه من الجانب الغربي حواف صخرية تتراوح ارتفاعاتها بين (٧١-٨٥) م، وتحده من الشرق خطوط ارتفاعات تتزايد قيمها بالاتجاه نحو الجنوب حتى تبلغ في طعس الكرعانة إلى أكثر من (١٠٠)م، تغطى السطح هنا فرشات من الرمال تمتد باتجاه الجنوب الشرقي على شكل خيوط حتى المشاش Al Mushash (**خريطة رقم ١-٣**) لمسافة (١٤,٨) كم، وبعرض يقل عند الأطراف ويتزايد في الوسط، حيث يبلغ (٠,٥-١,٣) كم في الشمال، (١,٤) كم في الوسط، (٠,٧٥) كم في الجنوب، وفيما بين المشاش وطريق «الدوحة - أبو سمرة» يتقطع السطح إلى عدد من التلال القبابية والمخروطية، تعلوها قمم ترتفع بين (٦٣-٨٢) م.

من مجموعة التلال السابقة ينحدر السطح باتجاه الجنوب الغربي انحدارا لطيفا يبلغ في حدود (١/ ١٦٤)، ولكن ظهور الجدار الشمالي لحزم النخش يقطع استمرارية هذا الانحدار، بل ينحدر السطح بعكس هذا الاتجاه بمقدار (١/ ٦٩-١/ ٤١)، وبالتقدم نحو الغرب تعود السيطرة على المظهر الطبوغرافي مرة

أخرى لخطوط الارتفاعات التي تتسم بنفس الخصائص السابقة، ولكن مع تتبعنا لحزم النخش المتجه نحو الجنوب نعتلي ظهر الكويستا من الخلف حيث تتميز بانحدار خفيف حتى نبلغ القمة التي ترتفع إلى (٩٢) م، تشرف القمة على طريق «الدوحة - دخان» عبر واجهات من الحواف الصخرية القائمة، تتراوح ارتفاعاتها بين (٦٠-٨٠) م، ويبدو أن انحدار الحزم على الجانب الغربي أشد منه على الجانب الشرقي؛ لأن الفاصل الرأسي في الأول أكبر منه في الثاني على أساس أن المسافة الأفقية متساوية، فإذا كانت المسافة الأفقية (٢٥٠٠) م حسب مقياس رسم الخريطة، فإن الانحدار على الجانب الغربي يبلغ (٢,٢) درجة، بينما لا يزيد على (١,٤) درجة على الجانب الشرقي.

يقطع هذه الوحدة العديد من الأودية، فبعضها تحتل خطوط تصريفه جوانب المرتفعات ويكون اتجاهها شرقي - غربي، فيما يحتل بعضها الآخر مناطق الأحواض الداخلية، وترتكز قطاعاتها الطولية على محاور عامة شمالية - جنوبية، متفقة بذلك مع محاور الطيات. فالقسم الشمالي من الوحدة الجبلية مزقتها مجموعة من الأودية السيلية إلى تلال منعزلة، يشاهدها المتجه على طول الطريق من دخان إلى أم باب، فهي عبارة عن أودية قصيرة، سريعة الجريان، تنحدر خطوط تصريفها بشدة على الجانبين، لتنتهي في الداخل إلى المنخفض التكتوني، بينما لا تتجاوز في امتدادها غربا هوامش التلال الجبلية، إذ لا تلبث أن تتضاءل ومن ثم تتلاشى كلية بحيث لا تترك ما يشير إلى وجودها.

ويعتبر وادي الذياب (**خريطة ١-٤**) أحد الأودية الحوضية القديمة التي كان لها شأن إبان الفترة المطيرة، تحيط بهذا الوادي من الجانبين حواف صخرية لايقل ارتفاعها عن (٦٠)م، في حين يبلغ ارتفاع سريره (القاع) Bed حوالي (٤٨)م في المتوسط، ومن قراءة خطوط الارتفاعات المتساوية لوادي الذياب يتبين أن عمليات النحت الجانبية Lateral Corrasion تظهر بوضوح على الجانب الشرقي، في حين تركزت عمليات الإرساب على الجانب الغربي، بدليل ضيق المسافات الفاصلة بينها على الجانب الغربي، مما زاد من شدة الانحدار، بينما تتباعد Short Intervals على الجانب الشرقي فتبدو انحداراته بسيطة، وقد استطاعت Wide Spacing عوامل التعرية منذ حلول الفترة الجافة حتى الوقت الحاضر أن تغطي أرضية

الوادي بإرسابات رملية طمست على إثرها بعض ملامحه الطبوغرافية Topographic Features.

٥- منطقة الصحراء الجنوبية: (الجنوب القطري)

تشغل هذه المنطقة (راجع شكل رقم ١-٢) الجزء الداخلي الذي يقع إلى الجنوب من خط عرض الدوحة، وتتفق في امتدادها نحو الغرب مع طريق «الدوحة - أبو سمرة» التى تمثل الوتر في المثلث القائم الزاوية في خور العديد، والذي تمتد منه القاعدة حتى «أبوسمرة»، وهي بهذا الشكل تحتل -بالنسبة لقطر- أجزاء من الجنوب وخاصة الغربية منه حتى الحدود القطرية، وكل الجنوب الشرقي باستثناء منطقة الساحل القطري التي تمت دراسته، وبناء عليه تغطي رقعة تبلغ نسبتها (٣٤,٧٪) من مساحة قطر (راجع الخرائط ١-٣، ١-٤، ١-٨، ١-٩).

هذه المنطقة تشبه من الناحية الجغرافية الطبيعية المناطق الصحراوية في كل من «أبو ظبي والمملكة العربية السعودية والبحرين» نظرا لسيادة مظهر طبوغرافي يتمثل في الكثبان الرملية من ناحية، وسطوح الحمادة الصخرية التي تتخلل الكثبان من ناحية ثانية. فالسمات الطبوغرافية الأساسية Main Topographic Characteristics لهذه المنطقة: أن أكثر الارتفاعات تتركز في الجزء الغربي منها، حيث تبلغ (١٠٣)م في طوير الحمير، ولكنها حالة لاتتكرر، وأن معدل الارتفاعات تقع بين(٥٠-٦٠)م، وتمثلها التلال والحزوم والكثبان الرملية، وهناك بعض الحالات التي تبلغ بين (٣-١٠)م، وخاصة في النقيان وسودانثيل على التوالي، وقد تتخللها سطوح تتساوى ارتفاعاتها مع مستوى سطح البحر، وهي في كلتا الحالتين تمثلها السبخات.

فسطح الأرض في منطقة الصحراء غير منبسط أو مستو، بل يغلب عليه التموج، وليس أدل على هذا التنوع من أن أراضي هذه المنطقة تنقلك عبر مساحات تطغى فيها «الكثبان الرملية» بصورها المختلفة على المظهر الطبوغرافي في الشرق، إلى «السطوح الصخرية» و «الحمادة الحصوية» التي يمزق أوصالها عدد من المنخفضات ذات الأشكال المتباينة، إلى «التلال والتنهدات والحزوم» في وسط الغرب والغرب، تفصلها «فرشات» على شكل «عروق وخيوط رملية». هذا التنوع في طبوغرافية السطح مع مجموعة اعتبارات ذكرناها سابقا، تقودنا إلى تقسيم



المنطقة إلى مناطق ثانوية تتميز كل واحدة منها عن الأخرى بمظاهر جغرافية عامة متباينة، وهي كالتالي:

(أ) منطقة العريق (العرايج). (ب) منطقة الطوار الميوسينية.

(جـ) منطقة السطوح الصخرية. (د) منطقة الكثبان الرملية.

(أ) منطقة العريق (العرايج): Al Urayq Sub-Area

تقع هذه المنطقة الثانوية في أقصى غرب منطقة الصحراء الجنوبية، وهي عبارة عن مثلث يمثل رأسه موضع «أبو سمرة»، وساقه الشمالي يتفق مع القطاع الجنوبي لطريق «الدوحة - أبو سمرة»، وساقه الجنوبي ينطبق على خط الحدود المنطلق من «أبو سمرة» باتجاه الجنوب الشرقي، فيما يساير خط القاعدة حدود انتشار رمال العريق (خريطة رقم ١-٣)، وتبدأ المنطقة بالتحديد من طريق «الدوحة - أبو سمرة» قبالة حزم النخش عند خط عرض (٥٢ً ٢٤ْ) شمالا. يمكن تقسيم المنطقة إلى قسمين: يضم الشرقي منها رمال العريق ووادي الجح، ويشمل الغربي نطاق التلال والحزوم الجنوبية مع الوضع في الاعتبار مظهر السبخات الذي يتداخل في كثير من المواقع، ويفصل بين مظاهر القسم الواحد أو حتى القسمين.

يبدأ القسم الشرقي بنطاق رملي ضيق في الشمال عرضه الوسطي (٣) كم، وارتفاعاته (٣٠) م في جزئه الشمالي، و(٤) م في جزئه الجنوبي، وهذا يعني أن الانحدار الموضعي لهذا النطاق يتفق وانحدار الأودية القديمة من الشمال إلى الجنوب، وهو انحدار لطيف لا يتعدى في معدله العام الدرجة. أما النطاق الأوسط من هذا القسم فيأخذ بالاتساع حتى يبلغ مداه قبالة التقوس الداخلي لخط الساحل عند غار البريد، حيث يبلغ هذا العرض (٨) كم، وترتفع نقط المناسيب ما بين (٩-١٨) م في حديها الأدنى والأعلى، ويلاحظ أن هذه العلوات تتركز على الجانب الشرقي، بينما تسود المناسيب الدنيا كلا من الجزء الأوسط فالغربي، ولهذا المظهر مغزاه، حيث يبدو أن جوانب الوادي القديم في هذا النطاق كانت غير متماثلة، إذ ربما كان يجنح في جريانه نحو الجنوب الشرقي حيث الثنية المقعرة فينحتها، ويلقي بالرواسب على جوانب الثنية المحدبة، ومن هنا يشتد انحدار الجانب الشرقي المقعر، ويقل انحدار الجانب الغربي المحدب.

وبالاتجاه نحو الجنوب يضيق النطاق الرملي مرة أخرى ابتداء من خط عرض أبو سمرات العريق Abu Samrat Al-Urayq حتى خط عرض «أبو سمرة»، وذلك نتيجة تدخل «حزم المسحبية» Hazm Al Mas-habiyah، بحيث لا يزيد عرضه على (٥ ,٢) كم، وتتدنى مناسيبه في حدها الأدنى إلى (٤) م، بينما تحتفظ بنفس القيمة كسابقتها في حدها الأعلى، يأخذ النطاق بعدها بالانفراج تدريجيا حتى يبلغ أقصاه (٨) كم عند «مشاش بن شافي» Mushash Bin Shafi، وبارتفاعات تبلغ بين (٥-١٤) م، ثم يواصل انتشاره نحو الجنوب، تتخلله رواسب السبخات التي تكاد تطمس معالمه وخاصة في أقصى الجنوب، ويبدو أن الوادي القديم في هذا النطاق قد انحرف قليلا نحو الجنوب الشرقي فالجنوب ثم الجنوب الغربي، ولهذا تقف على جانبه الأيسر حيطان شديدة الانحدار، ترتفع عند حافة الوادي القديم إلى (٦٠) م، تزيد الارتفاعات صعودا نحو القمة حتى (٩٩) م.

تحف بالنطاق الرملي من جهة الغرب وحدات تلالية من تكوينات الدام الأسفل والأعلى، تبدأ من الشمال بحزم النفخة Hazm Al Nafkhah، وهو عبارة عن تلة تتمحور بين الشمال الشرقي والجنوب الغربي فالجنوب كأنها مكملة لحزم النخش، وأعلى نقطة لها تبلغ (٤٦) م، بينما يمثلها عند أقدامها خط ارتفاع (٦)م، وتتميز بعدم انتظام جوانبها، إذ تنحدر انحدارا لطيفا نحو الشمال والجنوب، يتزايد هذا الانحدار على الجانب الغربي دون أن يرقى إلى معدلات انحدار القطاع الأوسط من الجانب الشرقي لهذا الحزم نحو منطقة من رواسب السبخات التي تفصله عن منطقة العريق، هذه الرواسب التي تمتد منها ألسنة سبخية داخل رمال العريق قد تبقى على اتصال بالمصدر أو تنفصل عنه.

وإلى الجنوب مباشرة من «حزم النفخة» يتميز السطح بالاستواء المفرط، ثم يبدأ بالارتفاع كلما تقدمنا نحو الجنوب حيث «حزم المسحبية»، يمتد هذا المرتفع من غار البريد مرتكزا على محور شمالى غربي - جنوبي شرقي فالجنوب، ويتميز عن سابقه بأن له قمتين مغلقتين ومنبسطتين، يحدد القمة **الأولى** خط ارتفاع (٤٠) م، تتوسطه ارتفاعات تتراوح بين (٤٢، ٤٥) م، وتقع داخله منطقة حوضية مغلقة ارتفاعها (٣٩) م. أما القمة **الثانية** فيبدو أنها أكثر ارتفاعا وامتدادا وأقل اتساعا، وتميزها حواف صخرية شديدة الانحدار في جزئها الجنوبي يبلغ



ارتفاعها (٥٠) م، ويلاحظ أن انحدارات الحزم تبدأ لطيفة عند القمة، تزداد كلما اقتربنا من الوسط، وتستمر حتى الأقدام، وهي أكثر وضوحا على الجانب الغربي للجزء الشمالي، وعلى الجانب الشرقي للجزء الجنوبي من الحزم. تستمر رواسب السبخات - التي تفصل رمال العريق عن جوانب الحزم - بالظهور المتقطع والمساحات المحدودة، بارتفاعاتها التي تتراوح بين (٣، ٤) م، ويعني هذا أن التضرس المحلي يحوم حول (٤٢، ٤٦) م على أساس ارتفاعات القمتين بالترتيب (خريطة رقم ١-١٠).

الحزم الثالث يطلق عليه قرن أبو وائل Qarn Abu Wa'el وهو كسابقيه في التمحور، وتميزه قمتان، قمة شمالية متسعة ومستوية، تنحدر انحدارا بسيطا نحو الشمال والشمال الشرقي، وانحدارا شديدا نحو الجنوب والغرب عبر سفح هار، وترتفع إلى (٥٠)م، وقمة جنوبية محدودة المساحة، ترتفع إلى (٧٤)م وهي أشد انحدارا من سابقتها وخصوصا الجدار الغربي الذي يهبط بشدة نحو منطقة السبخات الواقعة عند أقدام الحزم، ومن الواضح أن الانحدارات الشديدة للحزم تتركز بين خطي ارتفاع (٤٠-٢٠)م باستثناء الملاحظات السابقة للقمة الجنوبية التي تشتد فيها الانحدارات بين خطي ارتفاع (٧٠-٢٠)م على الجانب الشرقي، وبين (٧٤-١٠)م نحو الغرب والجنوب الغربي، وتعكس هذه الخصائص صفة البناء الجيولوجي.

(ب) منطقة الطوار الميوسينية: The Miocene-Tiwar Sub-Area

تشمل هذه المنطقة المحيط الذي تتركز ضمن إطاره مجموعة الطوار المنعزلة، وقد تم إفراد دراسة خاصة بها لأسباب منها: **أولا**: أنها تقع وسط تكوينات تختلف عنها في خصائص التركيب الصخري. **ثانيا**: أنها تشكلت في فترة أحدث عمرا، وفي بيئة بحرية وقارية أكثر اختلافا، **ثالثا**: أنها تأثرت بالحركات التكتونية البنائية بدرجة أكبر مما تأثرت به التكوينات المحيطة بها. **رابعا**: أن انتشارها محدود مقارنة بما يحيطها من تكوينات تغطي تقريبا (٨٠٪) من سطح قطر. **خامسا**: أنها تقع وسط منطقة من الحمادة الصخرية متموجة السطح أو مستوية، لا تزيد الارتفاعات فيها على (٦٠) م، بينما تعتلي هذه المجموعة قمم يبلغ ارتفاعها (١٠٣) م، وتتراوح الأخرى ما بين (٨٠-٩٩) م.

وعلى هذا الأساس تتركـز المنطقة في القسم الجنوبي الغربي من شـبه جزيرة قطر (**الخـريطتـان رقمـا ١-٣، ١-٨**)، وتضـم نطاقين، يمتد **الأول** من «مكينس» Makaynis جنوب «طريق الدوحة - أبو سمرة» بـاتجاه الجنوب الغربي حتى وسط الواجهة الشـرقية لخيوط روضة الفـرس مرورا بالخرَّارة Al Kharrarah، ويمثلها في هذا النطاق كل من البُعوضيات Al Bu'udiyat والطور At Tiwar وقُرَيِّن أبو البول Qurayn Abu Al Bawl وطوار الخـرارة Tiwar Al Kharrarah وطوير الحـمـيـر Tuwayyir Al Hamir وقليعـات بن سعـيد Qulay'at Bin Sa'id. ويمتد **الثاني** جنوب غرب طريق «الدوحة - أبو سـمرة» مقابل النخش حتى الأطراف الشـمالية «لخيـوط روضة الفرس»، ويشـمل حزم الزريق Hazm Az Zurayq وخرزة الدرب Kharazat Ad Darb والقلائل Al Qala'il.

يحد المنطقة مـن الجانب الشرقي خط يمتد من سلمـية أبو قطبتين Salamiyat Abu Qatbatayn باتجـاه الجنوب مع انحراف نحـو الغرب إلى وادي جـلاَّل Wadi Jallal وأم جولق Umm Jawlaq فالخرارة، عندها يساير الطريق المار بسلمية الطوار Salamiyat At Tiwar إلى أم جرّه Umm Jarrah، ومنها يفترقان لـيتجه الخط نحو الجنوب الشرقي إلى أم عنز Umm 'Anz فأوقـاب الطير Awqab At Tayr، حيث يلتقي مع طريق سودا نثيل ويسايرها حـتى خط عرض (٣٩َ ٢٤ْ) شمالا، أما حدود الجانب الغربي فيبدو أنها أكثر وضوحا، إذ تمتد باتجاه الجنوب على طول خط يوازي الجانب الشرقي لمنطقـة العريق، وإلى الشمال من خيوط الفرس يـنحرف الخط ليمر بأم المسام Umm Al Masam فطريق سودانثـيل التي يتبعـها حتى خط عـرض كبع الناقة Kab'an Naqa المتفق مع خط عرض (٣٩َ ٢٤ْ) شمالا.

يميز هذه المنطقـة مظهران طبوغرافـيان، **المظهر الأول**: يمثله سطح الحمادة الصخـرية، وهو سطح متموج من تكوينات الحـجر الجيري والدولومـايت (الدمام الأعلى) العائد للإيوسين الأوسط، فالحزام الشرقي الممـتد بين البعوضيات والطوار وطوار الخرارة في الغرب ونطاق الكثبان الرملية في الشرق تعلوه في قسمه الشمالي ارتفاعـات لا تزيد في معدلهـا على (٤٢) م، والسطح هنا مستـو إلى حد كبـير، تتناقص الارتفاعات نحو الجنوب (وادي جـلاَّل) فتبلغ في المتوسط (٣٩) م، وهذا

يعني عدم وجود فروقات في المناسيب لحد الإخلال باستواء السطح، إلا أن له أهمية بالنسبة للتصريف المائي رغم خلو هذا الحزام من خطوط التصريف (بغض النظر عن وادي جلاّل القديم)، إذ تكتنف السطح أحواض صغيرة مغلقة تقل ارتفاعاتها عما جاورها، فتبلغ في المعدل (٢٩) م، تستقبل تصريفا مائيا وقت هطول الأمطار دون تحديد لخطوط التصريف وإنما - يبدو - غطائيا إذا ما كانت الأمطار من الغزارة كي تسمح بتكوين مثل هذه الغطاءات.

وفي النطاق الواقع بين الوحدة الشرقية من منطقة الطوار والوحدة الغربية منها، ومن طريق «الدوحة - أبو سمرة» في الشمال حتى روضة الفرس في الجنوب، نلاحظ اختلافاً في هيئة الأرض عن الحزام الشرقي، إذ تسوده ارتفاعات تفوق ما شاهدناه سابقا، فتبلغ في حديها الأدنى والأعلى بين (٣٠-٦٣) م، وهو تأكيد على أن الانحدار العام في هذه المنطقة يتجه نحو الشرق والجنوب الشرقي، وينفرد بعدم استواء السطح على طول قطاعاته، وأن تكويناته يغلب عليها رواسب الطين والطمي، خاصة الجزء المحصور بين طريق «الدوحة - أبو سمرة» في الشمال، وخط يصل بين الكرعانة والعامرية في الغرب، والعامرية وسلمية الطوار في الجنوب، وخط يمتد بين بيض القاع Bayd Al Qa' والخرارة مرورا بالبعوضيات والركية والخرزة في الشرق.

هذه الخصائص تعبِّر عن سيادة عدد ليس بالقليل من الأحواض المغلقة والروضات ذات الأشكال والأحجام والأنواع المتباينة، والتي ينحدر إليها السطح من جميع الجهات وبالتالي تستقبل ما ينصرف إليها من مياه الأمطار، وما تنقله إليها عوامل النحت من رواسب ناعمة دقيقة الحبيبات من المناطق المجاورة، فمعظم الأحواض إن لم يكن كلها مغلقة بخطوط ارتفاعات قد تصل في بعضها إلى حوالى (٥٤) م، وفي بعضها الآخر (٣٨) م، بينما تتراوح ارتفاعات قيعانها ما بين (٥٢) م، (٣٦-٣٧) م على التوالي، ولا يعني هذا أن كل الأحواض المغلقة تصلح للزراعة، فقد تكون ندوبا وعائية تغطي سطحها قشرة صخرية صلبة، مع ملاحظة أن الروضات لا تندرج تحت هذا النوع.

فالروضات التي تنمو فيها الأشجار أو تستخدم للزراعة تختلف في الشكل والمساحة عن الأحواض المغلقة في هذا النطاق، إذ لا تلتزم في كثير من المواقع

بخطوط الارتفاعات المتساوية، وإنما تتواجد في المواضع التي تتوافر لها فيها كل مقومات خصائصها كروضة، سواء لنمو الأشجار الطبيعية أو للزراعة، أو حتى لاحتوائها على تربة الروضات. فالروضات في هذا النطاق تتخذ أشكالا متفاوتة، وتتشعب أطرافها كيفما شاء، وتحتل مساحات تتراوح بين (١٠٠) م٢، وأكثر من (٢,٥) كم٢، بينما تعتليها ارتفاعات يبلغ أقصاها (٧٠) م، وأدناها (٣٨) م، تفصلها سطوح صخرية تتميز بالتقطع والتضرس والانحدارات الواضحة، كما هو الحال في الجزء الشمالي الغربي من مزرعة الشيخ حسن.

وفي الجنوب الغربي من أم الجماجم Umm Al Jamajim، تغلُظ الأرض وتكثر الحجارة ذات الحواف والزوايا المسننة، مما يجعل السير عليها صعبا، ويمثلها حزم أبو بطن Hazm Abu Batn الذي يتميز بظهر عريض وطويل، يرتكز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وبعلوات تبلغ (٦٠) م، وبانحدارات تبدو بسيطة باتجاه الشمال والشمال الغربي، فيما يشرف الحزم على «أم الجراثيم» Umm Al Jarathim من جهة الجنوب الغربي بإقبالات واضحة، وانحدارات شديدة إذا ما عرفنا أن ارتفاعات الأخيرة تصل إلى (٣٥) م.

وهناك بعض المسل المائية في الجزء الشمالي من هذا النطاق تنحدر باتجاه الشمال الغربي، حيث تتميز بانحدارات لطيفة على طول قطاعاتها العليا والدنيا؛ لأنها تجري عبر منطقة مستوية، فيما تشتد انحداراتها عند قطاعاتها الوسطى، وهي رغم ذلك قصيرة ومؤقتة، تنشط وقت سقوط الأمطار، ثم تذوي وتختفي بعض معالمها إذا ما انحبست الأمطار عنها فترات طويلة.

أما المظهر الطبوغرافي الآخر فيتمثل في الطّوار والقُلَيْعَات والخَرْزات والقلائل والأوقاب والحزوم التي تمت الإشارة إلى بعضها، ونبدأ من الجانب الشرقي لمنطقة الطوار. ففي القطاع الشمالي منه تبرز كتلة صخرية تميزها وحدتان متباينتان في كثير من الخصائص: «الوحدة الشمالية» يطلق عليها «البُعوضيات» وترتكز على محور شمالي شرقي-جنوبي غربي مع انحراف نحو الجنوب، بطول يبلغ (١٢)كم، وعرض وسطي (٦)كم مع وجود بعض الاختلافات في اتساع قطاعاتها، ويتشكل الإطار الخارجي لها من رواسب الحجر الجيري والصلصال

المتمي للدام الأسفل، يليه نحو الداخل رواسب قارية من الطمي ذي الحبيبات الخشنة (جراول Gravels)، اشتقت من تكوينات الهفوف، وتمثل القلب من هذه الوحدة، ويلاحظ أن الإرسابات الجرولية تتخطى في كثير من المواقع إطارها الخارجي حتى لتكاد تطمس بعض معالم تكويناتها، هذا التنوع في التكوينات والتوزيع خلق وضعا طبوغرافيا نوضحه في التالي:

يتمثل هذا الوضع في تشكل (٦) أحواض مغلقة تتوزع على ظهر الوحدة مناصفة بين الوسط والجنوب مع وجود فروقات في المناسيب بينهما تبلغ (٣٧) م، وهي أحواض صغيرة محدودة المساحة، تتراوح ارتفاعاتها في وسط الوحدة بين (٦٠-٧٠) م، والفروقات الموضعية بين (٢-٣) م على التوالي، وفي جنوب الوحدة تبلغ ارتفاعات الأحواض ما بين (٤٨-٥٧) م، ورغم التفاوت في الارتفاعات اتفقتا في قيم الفروقات، وتقودنا هذه الخصائص إلى تشبيه الأحواض بفوهة بركان Crater Like مع الفارق، حيث ساهمت عوامل التعرية والتجوية عبر نقاط الضعف البنائية التي يتميز بها قطاع التتابع الطباقي غير المتوافق في إزالة أو إذابة التكوينات الرخوة والقابلة للإذابة، فظهرت الأحواض المغلقة بهذا الشكل.

كما أفرزت بعض الاختلافات في خصائص الصخر وتوزيعها المكاني، سطوح تعرية مستوية إلى حد كبير، تفصل بينها فروق الارتفاعات البسيطة الناتجة عن مدى استجابة التكوينات الصخرية لعمليات التعرية، ومدى تأثرها بها رغم التشابه في التكوينات، فقد تبين أن ارتفاعات هذه السطوح تتفاوت بين الشمال والوسط والجنوب فتبلغ (٥٦، ٦٨، ٧٧) م على التوالي، ورغم التدرج في الارتفاع باتجاه الجنوب [وهو الذي أوحى إلى مهندسي الطرق بإنشاء طريق من الدرجة الثانية يعبر الطرف الشمالي الغربي فالوسط إلى أن ينتهي في الطرف الجنوبي الشرقي عند قرين أبو البول]، إلا أن الانحدار العام لا يقتصر على جانب دون آخر، والموازنة بين هذه الجوانب تكمن في مدى التفاوت في الانحدار على طول قطاعاتها، ومقدار الفاصل الرأسي بين خطوط الارتفاعات، أو بين القمة والقاع.

فنلاحظ أن ارتفاعات القمة تتراوح بين (٧١) م في الجزء الشمالي، (٧٧) م في الوسط، (٨٠) م في الجزء الجنوبي، وبالمقابل فإن ارتفاعات أقدام الكتلة

بالنسبة للترتيب السابق علـى الجانبين الشرقي والغربي تتأرجح بين (٤٢، ٥٥) م، (٤٣، ٥٧) م، (٣٧، ٥٢) م على التـوالي، وهي مـعـطيـات (الفـاصل الرأسي والمسافة الأفقية) تكشف لنا عن معدلات الانحدار العام التي لا تزيد على (نصف) درجـة على الواجهـة الشرقـية، وتقل علـى طول محـورها باتجاه الجنوب، بينمـا تخطت (١,٥) درجـة على الواجهـة الغربية، مع غـياب مـا لمسناه من تدرج في الانحدار على الواجهة الشرقية. أما القطاعات التضاريسية فتشير إلى استواء السطح على الظهر، وتزايده كلمـا اقتربنا من نقط الأساس، وخاصـة في الجنوبين الشرقي والغربي من الكتلة، حيث نشاهد على الجانب الأخيـر سفحا شديد الانحدار يتفق وخط ارتفاع (٦٠) م، ويمتـد بين الشمال والجنوب لمسـافة (١,٢) كم، ويقع على بعد (١,٥) كم إلى الشرق من الركية Al Rakiyah.

أما «**الوحدة الجنوبية**» فيمثلهـا كل من «الطوار»، و«قرين أبو البول»: وهي مكملة للوحدة الشمالية، ومتماثلة معها في التكوينات، مع بعض الاختلافات التي تظهر في صغـر الحجم، والشكل الدائري تقريبا، واختفـاء الجراول إلا من شريط صغيـر يمتد على أطراف الجزء الجنوبي الشـرقي محاذيا لطريق الوكـير - الخرارة. وظهور تكوينات الحجر الجيـري الطباشيري والصلصال (الدام الأعلى)، وهو الشق الثاني الذي اختفى من الوحدة الشمـالية، إضافة إلى الرواسب الرملية التي تفصل قرين أبو البـول في الشرق عن الطوار في الغرب، والجراول عن تكويـنات الحجر الجيـري والدولومايت في الجنوب الشـرقي، ويمتد الطوار على مـحور شـمالي - جنوبي بطول يبلغ (٥,٢) كم، وبمعدل عرض (٤,٢) كم.

على الرغم من استـمرار تشكل هيئة الأرض بالأحـواض الداخلية كمثـيلتها الشماليـة، والتي تقع على أطرافها الشماليـة والشمالية الغربيـة عند نقط المناسيب (٥٤، ٤٦)م على التـوالى، فإن الخصـائص الطبوغـرافيـة التي تنفرد بهـا الوحدة الجنوبية - استجابة لخـصائص التكوينات الصـخرية - تكمن **أولا**: في الامتداد الهضبي المستوي لظهر الوحدة الذي لا تقطع استمراريته إلا علوة صغيرة ترتفع إلى (٨٠)م، ويتفق في امتداده مع تكوينات الهفوف من الجرول والرمال القارية، ويمتد ضيقا في الشمال بعرض (٥٠٠)م، ثم يتسع في الوسط ليبلغ (١,٢٥)كم، ويكاد لاتتضح معالمه في الجنوب لسيـادة مظهر التراجع الخلفي للسفوح Slope Retreat،

ويلاحظ أن ارتفاعات السطح الهضبي تتساوى على طول قطاعاته فتبلغ (٧٦)م، وينحدر على جوانبه ضمن حدود تكوينات الهفوف انحدارا لطيفا يكاد لا يبين، فإذا ظهرت مكاشف طبقات الدام الأعلى من الحجر الجيرى والطباشير والصلصال تبدل الوضع، وبرزت أهم المظاهر الطبوغرافية المتمثلة ثانيا: في أحزمة السفوح.

يبدو أن أحزمة السفوح لا يقتصر تشكلها - ضمن تكوينات الدام الأعلى - على الحدود الفاصلة بينها وبين تكوينات الهفوف من جانب، وبينها وبين تكوينات الدام الأسفل من جانب آخر، وإنما ظهرت ضمن تكوينات الدام الأسفل وعلى طول قطاع من الحد الجيولوچي الفاصل بينها وبين تكوينات الرمال السليكية العائدة للرباعي، وتعكس هذه الخصائص مدى تجاوب تكوينات الدام الأعلى لعمليات التشكيل الخارجية، بحكم احتوائها على الطباشير، وملازمتها لتكوينات سريعة الاستجابة لهذه العمليات، وهناك حزامان من السفوح: حزام داخلي متصل إلا في قطاعات ثلاثة، أحدها في الشمال الغربي، والآخر في أقصى الشمال الشرقي، والثالث في وسط الغرب، ويلاحظ أن سطوح الانفصال هذه ترتبط بسمك التكوينات من ناحية، وبانتشارها الأفقي من ناحية ثانية، واختلاطها المحتمل ببعض الصخور النارية التي تحتويها تكوينات الهفوف (الجرانيت والبازلت والبورفيري) من ناحية ثالثة.

يتميز الحزام السفحي الداخلي بالتعرج والتداخل الواضح، إذ تمتد بعض الحواف الصخرية التي مازالت على اتصال هش بالكتلة بواجهتين متضادتين كنتوء نحو الخارج، بينما يتقوس بعضها نحو الداخل، هذا الوضع قد يؤدي إذا استمرت عمليات النحت التراجعي قوية ونشطة: إما إلى التحام الواجهتين ومن ثم انهيارها وتحولها إلى ركامات السفوح، وإما إلى فصل النتوء عن المصدر ووقوفه ككتلة منعزلة تصارع عمليات النحت، وكثيرا ما نشاهد ركاما صخريا بأحجام مختلفة يفترش أرضيات أقدام السفوح، أو يغطي السطوح المجاورة لها بدون انتظام، الأمر الذي يرشد إلى مواضع السفح القديم، وينبئ بمدى التطور الجيولوچي الذي حدث للمنطقة.

فارتفاعات السفح الداخلي على طول قطاعاته تتراوح ما بين (٦٠-٦٨) م للواجهات الشرقية، و(٦٦-٦٨) م للجنوبية، و(٦٠-٦٨) م للغربية، وما بين

(٦٠-٦٦) م للشمالية، وتشير هذه القيم إلى أن التراجع الخلفي يكون متعادلا إلى حد كبير (في حالة تشابه الظروف والعوامل)، تشذ عنها الحواف الشمالية لأسباب ذكرناها سابقا. تمثل السفح الداخلي حواف صخرية Escarpments فجائية الانحدار، يعلوها مظهر هضبي مستو، ويمتد عند حضيضها فيما وراء الركام سهل متموج تتخلله رقع مستوية ومفتوحة خاصة أمام الجانب الشرقي للوحدة، حيث تطغى بعد ذلك الأشكال الرملية، بينما تكتنف السطح على الجانب الغربي أحواض مغلقة، ومواضع لتربة الروضات، ومساحات حصوية، وانحدارات خفيفة.

أما السفح الخارجي فيحتل موقعين، **الأول**: في الشمال الشرقي ويمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، بطول يبلغ (٩٠٠) م، وارتفاعات تتراوح ما بين (٥٠-٥٢) م، ويتخذ شكل شبه منحرف مبتور القاعدة الكبيرة، ويبتعد عن الحد الجيولوجي الفاصل بين تكوينات الدام الأسفل وتكوينات الرباعي بين (١٠٠-١٢٥) م نحو الغرب، ويفصله عن السفح الداخلي سطح شبه مستو، تبرز وسطه تنهدات قممية ترتفع بين (٥٨-٦٢) م. **والثاني**: في الجنوب الشرقي، ويرتكز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، يمثله قسمان، **القسم الأول**: بطول (٢) كم، والقسم الثاني (٥٠٠) م، وتتراوح ارتفاعاتهما ما بين (٥٠-٥٢)م، مع وصول بعض حواف القسم الثاني إلى مشارف خط ارتفاع (٥٤) م، وربما يعزى هذا إلى تراجع حواف القسم الثاني بدرجة أسرع مما هي عليه في القسم الأول، ويلاحظ أن حواف السفح الخارجي تتفق مع محور الحد الجيولوجي الفاصل بين تكوينات الدام الأسفل والرباعي، ويتميز ظهيرهما بضيقه وعدم استوائه نسبيا، نظرا لانتشار مخلفات السفح الداخلي فوق رقعته، وقد يصل انحداره إلى أكثر من (٢) درجة في بعض المواقع.

يتشكل قُرين أبو البول من ارسابات رملية تفصله عن الطوار في الغرب، تفترش سطحا مستويا تبلغ ارتفاعاته (٤٢) م، تتخلله علوات من تكوينات الدام الأسفل ترتفع إلى (٥٢) م، وينتهي هذا السطح إلى منطقة في أم جولق تصل ارتفاعاتها إلى حوالى (٥٢) م، ويبدو أنها منطقة حوضية تتجمع فيها مياه الأمطار من ناحية، وتنساب إليها بقايا المياه السطحية الهابطة من المناطق المجاورة، وتغطي



السطح هنا إرسابات من الطمـي الغريني ذي الحبيـبات الخشنة شديدة التـماسك، يجعل من الصعب استـخدامها لبعض الزروعات، إلا إذا تم التعـامل معها بطرائق تناسبها، ومعالجتها بمواد تساعد على تفكك جزيئاتها.

يمتـد طوار الخرارة إلى الجنوب الغـربي من الطوار (**خريطة رقم ١-٣**) ويقع بين الخرارة في الشرق والثليم Ath Thulaym في الغرب، بمعـدل عرض يصل إلى (٥,٥) كم، ومزرعة الشيخ حسن في الشمال، وسلمية الطوار في الجنوب، والذي يتفق مع خـط عرض (٥٠َ ٢٤ْ) شمـالا، بطول يبلغ أقصـاه (١٠,٥) كم، مرتكزا على مـحور شـمالي شرقـي - جنوبي غربي، ونلاحظ أن تكوينات طـوار الخرارة يغلب عليهـا جرول الهفـوف القاري بنوعيه (طمـي خشن الحبيـبات، ورمل)، مع تكوينات الدام الأسفل والأعلى، ومن توزيع الإرسابات بوضعها الحالي يهيأ إليّ أن هذه المنطقة كانت تمثل خط التصريف الرئيسي Main Drainage Line للنظام النهري القديم، فكان يلقي بإرساباته فيها عند بطء انحدار مجراه وصعوبة نقلها.

وقد تعرض طوار الخرارة كسابقيه لضغوط جانبية يبدو أنها من جهة الغرب، فتأثرت بهـا جوانبه الغربية بدرجة أكـبر مما تأثرت به جوانبه الشرقـية، وأوضح ما تكون في النصف الجنوبي منه، فـاستجـابت لها - على مـا أظن - مناطق الحدود الچيولوچية الفاصلة بين تكوينات الدام الأعلى والهفوف استجابة نتج عنها نطاقات ضعف كانت من أسهل الخيارات لفعل عـمليات النحت، إضافة إلى ما ذكرناه عن هذا الجـانب عند دراسة الـطوار، فتـشكلت تبـعا لذلك حـواف صـخرية تسـقط واجهاتها بزوايا قائمة من ارتفاعات تبلغ ما بين (٧٤-٨٠) م على الجانب الغربي، وبين (٧٠-٨٠) م على الجانب الشرقي، تعلوها صعودا نحـو القمة ارتفاعات تبدأ معها خطوط الارتفاعات متقاربة إلى درجـة التماس، ثم تأخذ المسافات الأفقية في الاتساع إلى أن نعتلي قمة هضبية مستوية، تتسع في أقصى الشمال والوسط فترتفع بين (٧٨-٨٤) م، (٨٧-٩٠) م على التوالي، ثـم تضيق الهضـبة فيـما بين هذين وتتلاشى، وتبلغ ارتفاعاتها من (٨٥-٨٧) م.

وإذا تركنا الحواف الصخرية واتجهنا صوب الأطراف، سنلاحظ سطحا مستويا بوجه عام، ولكنه ينحدر بدرجات مـتفاوتة تتراوح ما بين (٠,٥-١,٥) درجة على



الجانب الغربي، وأقل مـن درجة على الجانب الشرقي، وهو مظهـر طبوغرافي رغم تواضعه يؤكد على مدى خضوع الجناح الغربي لطوار الخرارة للضغوط الجانبية بقدر يكفي لتمييزه عن الجناح الشرقي، وعـند أطراف الطوار تتبدل هيئة الأرض ويسودها العديد من الأحـواض المغلقة، يمكن الاستـدلال عليها من رواسـبها الغـرينية ذات الحبـيبات الدقـيقة من ناحـية، وانخفـاضها الواضـح عما جـاورها، وظهور بعض الأعشاب والشجيرات الطبيعية بخصائصها البيئية من ناحية أخرى.

يلي طوار الخرارة باتجاه الجنوب الغربي طوار الحريثي، وكل من طوير الحمير وقليعات بن سعيد (شكل رقم ١-٣)، يمتد طوار الحريثي على محورين: شمالي شرقي - جنوبي غـربي حتى الحـريثي، بطول يبلغ (١,٥)كم، وعرض لايتـجاوز (٧٥٠)م، وبعد ذلك يتمحور بين الشمال الغربي - الجنوب الشرقي حتى أم جرةّ، بطول يبلغ (٤,٢)كم، ومـتوسط عـرض (١,٩)كم، وحزم العراد الذي يمـتد إلى الشرق من طريق الخرارة-سودانثيل، بطول (١,٩)كم، وعرض وسطي (٥٠٠) م، أمـا طوير الحـمـير فـيـتـفق في امـتداده مـع طوار الخرارة والـطوار، بطول يبلغ (٧,٧)كم، ومعدل عرض (٢,٢)كم، وأمام طرفه الشـمالي من ناحية الشرق تمتد أوقاب الطيـر بطول (١,٥)كم، وعرض يبلغ معـدله (١,١)كم، وإلى الغرب من نصفه الجنوبي تمتد بمحاذاته وعلى مقربة منه - مع انحراف نحو الجنوب الشرقي - قليعات بن سعيد، بأبعاد تبلغ معدلاتها (١,٣)كم، (٦٢٥) م.

يتشكل طوار الحريثي مـن تكوينات مماثلة لتكوينات طوار الخرارة والطوار إلا من جراول ورمال الهفوف ومشتقاته من الطمي ذي الحبيبات الخشنة التي تمثل نسبة ضئيلة جدا، ويلاحظ وجـود تداخل بين تكوينات الدام الأسفل والأعلى من جهة الشمـال والغرب، وبين الدام الأسفل والدمـام الأعلى من جهـة الجنوب الشرقي، بينما تختفي تماما تكوينات الدام الأعلى من طوير الحمير والقليعات إلا من رقع لا تذكر، وتنحصر تكوينـات الهفوف ومشتقاتهـا في وسط الجزء الشمالي، في حين تغطي تكوينات الدام الأسفل معظم مـساحتيهمـا، وقد لعبت هذه التكوينات دورا أساسـيا فـي تحديد المظهـر الطبوغـرافي لطوار الحريثي، وأول مـا يثيـر الاهتـمام مجموعتان من الحواف الصخرية تحتلان وسط الشرق.

الأولى: تحف بأطراف تكوينـات الهفـوف من الشـمـال الشـرقي والجنوب الغربي، تحصر بينها سطحا تم تفريغ بعض مكوناتـه من الحجر الجيري والطباشير، ومشـتقـات تكوينات الهـفوف، فـانخفض في حـدود متـر عمـا يليه، ومـا بين (٢٤-٢٦) م عن أعلى نقطتين مجاورتين ضمن الحواف، والبالغتين (٨٧، ٨٩) م، ويبلغ معـدل عرضه (٣٦٣) م، يضيق الحـوض المفرغ باتجاه الجنوب حتى يخـتفي حال تزايد ارتفاع السطح نتيجة اقتـراب الحواف من بعضها، ويتفق انحدار الحواف من الاتجاهين الـشمالي الشـرقي والجنوبي الغربـي، إذ يبدأ الانحدار علـى الجانب الأول من خط ارتفاع (٨٠) م نحو منطقة سهليـة مستوية، ترتفع (٦٣) م، لتصل في النهاية إلى أحـواض مغلقة تنخفض عـما حولها من (١-٣) م، وتتـمثل فوق تكوينات الدمام الأعلى، ومن نقطة منسوب ترتفع (٨٧) م يمتـد حزام سفحي نحو الجنوب الشرقي يبـدأ منه الانحدار على الجانب الآخر، أي باتجـاه الحوض المفرغ، حيث يبلغ الانحدار في حدود (٣) درجات.

والثانية: تقع ضمن تكوينات الدام الأعلى، وعلى بعد (٤٠٠)م إلى الشرق من الحد الچيـولوچي المتداخل بينها وبين تكوينات الدام الأسـفل، وهي عبارة عن تل مخروطي يرتفع (٨٩)م، وبفارق يبلـغ (٢٦)م عن نقطة منسوب الحوض المفرغ (٦٣)م، وبناء عليه يبلغ انحدار التل صوب الحوض (٤) درجات (بغض النظر عن انحدار الحواف)، بينمـا يتفاوت انحداره نحو الجوانب الأخـرى، فيبلغ على طول قطاع يصل بين أعلى نقطة (٨٩)م، وخط ارتفاع (٥٠)م نحو الغـرب -مثلا- أكثر من (٥) درجات، بينما يبلغ أكثر من (٤) درجات صوب الجنوب.

إلى الجنوب الغربي من التل المخـروطي ذي الحواف الصخرية المحيـطة بالقمة يقع تل آخر شـبه مخـروطي، تعتليه قـمة ترتفع (٦١) م، يحـصران بينهمـا مظهرا حوضيا تشكل ضمن تكوينات الدمام الأعلى، وينفرج نحو الشمال فالشمال الغربي، وكذلك صوب الجنوب، ينحدر إليه التلان المخروطيان بدرجات متباينة، يبلغ انحدار التل الأول على طول خط محـوري شمالي شـمالي شرقي - جنـوبي جنوبي غربي (٢) درجة، وانحدار التل الثاني على طول خط أفقي غربي - شرقي (١,٢) درجة، وهي قيم - رغم ضآلتها - لها مدلولها في تحديد هيئة الأرض وخصائصها المجهرية. وإلى الجنـوب الغربي للمظهر الحوضي وحول منطقـة «أم جرَّه» تقع بعض الكثبان

الرملية الهلالية، بارتفاعات تبلغ (٦٠)م، واتجاهات جنوبية مع امتداد نحو الجنوب الشرقي، منسجمة بذلك مع الرياح الشمالية الغربية السائدة، وهي بهذا الامتداد في طريقها إلى تغطية طريق الخرارة - سودانثيل ضمن مجال تحركها.

أما طوير الحمير (خريطة رقم ١-٣) فيمكن تحديده من الجنوب والجنوب الغربي بخط ارتفاع (٦٠)م، والشمال الغربي بنقطة منسوب (٦٩)م، والشمال بخط ارتفاع (٧٢)م، والجانب الشرقي بخطي ارتفاع (٧٢-٦٨)م في الشمال والجنوب على التوالي، ولكنه تحديدا يبدو تعسفيا لانحصاره في كتلة الطوير نفسها، فإذا وضعنا في الاعتبار ملحقاته المتمثلة في أوقاب الطير وقليعات بن سعيد وبعض الكتل من الدام الأسفل ومن مشتقات الهفوف، فإن التحديد بهذه الكيفية قد يعطينا صورة واضحة المعالم عن خصائصه. ومهما يكن من أمر، فإننا بإزاء كويستا يبلغ أقصى ارتفاع لقمتها حوالي (١٠٣)م، وارتفاعاتها المحلية - وفق التحديد السابق وترتيبه - تتراوح ما بين (٤٣، ٣٤، ٣١، ٣١، ٣٥)م وهو الارتفاع الفريد في شبه جزيرة قطر، ويتركز في الجزء الشرقي من النصف الشمالي للكويستا، ويرتبط بتكوينات الهفوف ومشتقاتها، تميزها حواف صخرية شديدة الانحدار، تواجه الشمال برأس يتفرع منه ضلعان يسايران خط ارتفاع (١٠٠)م، يمتد الأول باتجاه الجنوب الغربي لمسافة (٤٠٠) م، ويتوجه الثاني نحو الجنوب الشرقي بطول يبلغ (٢٠٠)م، حيث يتصل عندها بحزام الحواف الذي يقتفي أثر خط ارتفاع (٩٨)م نحو الجنوب فالغرب بطول يبلغ (١,٢)كم، (٣٠٠)م على التوالي.

ويعني هذا أن الانحدارات على جانبي طوير الحمير غير متكافئة، ويتمثل تقديرها الحقيقي بقياس الانحدارات على أساس محور القمة الشمالي - الجنوبي، فعلى طول خط عمودي على محورها، قيمته العليا أعلى نقطة منسوب لها، وقيمته الدنيا باتجاه الشرق خط ارتفاع (٧٢) م، وباتجاه الغرب خط ارتفاع (٦٠)م، وفق التحديد الذي تم سابقا، نجد أن الانحدار على الجانب الشرقي يبلغ (١,٨) تقريبا (دون اعتبار للحواف الصخرية ذوات الزوايا القائمة)، وعلى الجانب الغربي (٠,٨) درجة، ويبلغ الانحدار نحو منطقة حوضية تقع باتجاه الجنوب الغربي (٠,٧) درجة، وبنفس المعيار نحو منطقة حوضية تقع إلى الجنوب الشرقي من القمة نقطة منسوبها (٦٥) م، يبلغ الانحدار درجة تقريبا، وهو تأكيد لما أوضحناه

قبل قليل، وخلاصة القول أن طوير الحمير عبارة عن مظهر كويستا مقدمتها الشمالية والشرقية عمودية الانحدار وظهيرها في الغرب والجنوب الغربي (الوسط والمؤخرة) خفيف الانحدار.

أما المنطقة الواقعة بين طوار الحريثي وطوير الحمير فيمثلها سطح متموج أرضه لينة رخوة وخاصة حول مشاش أم جرّة Mushash Umm Jarrah، تتخلله بعض الأحواض المغلقة التي لاتزيد ارتفاعاتها على (٤٣)م مقارنة بما حولها من العلوات التي قد ترتفع إلى (٦٣)م. وعدد من الكثبان الرملية بأحجامها المختلفة، شكّلتها الرياح وفق اتجاهاتها السائدة. وبعض التلال الصغيرة المسطحة بنقط مناسيب قد تصل إلى (٥٩)م، وارتفاعات محلية تبلغ (١٧)م، ومن شكل (خريطة رقم ١-١٢) يتبين أن انحدارات المنطقة تتفق مع الانحدار العام لسطح شبه جزيرة قطر، أي نحو الشرق والشمال الشرقي. فلو رسمنا خطا محوريا جنوبي غربي - شمالي شرقي بين الطرف الشمالي لطوير الحمير وأم جرّة لتبين لنا التالي: تبدأ الانحدارات بسيطة ولكنها واضحة لمسافة (٥٠٠)م، يبلغ معدلها أقل من درجة، تزيد بعد ذلك لتصل إلى (١,١) درجة، ثم تنفرج الأرض عن سهل مستو مع تقوس بسيط نحو نقط الأساس حتى أم جره.

إلى الغرب من نطاق الطوارات تمتد كتلة صخرية تمثلها خرزة الدرب في الشمال والقلائل في الجنوب، وهي رغم وقوعها على طول محور «جبيجب - المغمضات- طعس الكرعانة - حزم النخش» ذي الاتجاه الشمالي الغربي - الجنوبي الشرقي، إلا أنها - كما يبدو - لم تتأثر كثيرا بالضغوط الجانبية التي رسمت هذا المحور، فاتخذت اتجاها شماليا - جنوبيا، ولكونها - إضافة إلى ذلك- تقع ضمن حدود الجنوب القطري، آثَرْتُ أن ألحقها بنطاق الطوارات. تنحصر خرزة الدرب والقلائل بين حزم النخش والعريق في الغرب، وطريق الدوحة - سودانثيل في الشرق، وبين طريق الدوحة - أبو سمرة في الشمال وخيوط روضة الفرس في الجنوب، ويبلغ أقصى طول لها (١٨)كم، حيث تستدق عند الأطراف وتتسع في الوسط، ويبلغ متوسط عرضها (٣,٥)كم، وتغطي رقعتها تكوينات الدام الأسفل، بينما تنتشر مساحات قليلة من تكوينات الدام الأعلى في الطرف الشمالي وفي

الوسط والجنوب، تلازمها تكوينات الهفوف، فضلا عن وجود بعض مشتقات الهفوف في الشمال والجنوب الشرقي، ورواسب رملية محدودة الانتشار في وسط الشمال والجانب الغربي، ويلاحظ من الخريطة الچيولوچية وجود تداخل بين تكوينات الدام الأسفل والدام الأعلى وخاصة في وسط الجانب الشرقي.

تتركز أعلى نقط للمناسيب في كل من خرزة الدرب والقلائل، ضمن تكوينات الهفوف والدام الأعلى، داخل إطار يمثله خط ارتفاع (٦٠)م، حيث تتراوح بين (٨٦)م في حدها الأدنى، (٩٩)م في حدها الأعلى، تلازمها حواف صخرية شديدة الانحدار. فالقلائل الواقعة إلى الجنوب الغربي من خرزة الدرب عبارة عن تل كبير مسطح نسبيا، تتراوح ارتفاعاته بين (٧٦-٧٨)م، وتبلغ أبعاده بين الشمال الغربي - الجنوب الشرقي (٥,٧)كم، ومتوسط عرضه (٢,٨)كم، تقطع تواصله مجموعة تلال صغيرة مخروطية الشكل، تتوسطها نقط مناسيب ترتفع إلى (٩٩)م، وتصاحبها حواف صخرية شديدة الانحدار، تتخذ شكلا نصف دائري، وأخرى كاملة الاستدارة، وثالثة عبارة عن شريط متعرج من الحواف تتركز في وسط الجنوب الغربي من القلائل، وتمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، تنحصر جميعها ضمن خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٦٠)م عند الأطراف، و(٨٨)م في الوسط. أما خرزة الدرب فتميزها تلال ذات حواف صخرية تتفاوت ما بين المخروطية والمسطحة، ترتفع قممها إلى (٩٩)م، وتصل في أقلها ارتفاعا إلى (٨٦)م، بينما تبلغ ارتفاعاتها الموضعية في حدود إطارها (٥٧)م، وفي القلائل (٤٥)م.

ربما كانت المنطقة الواقعة بين خرزة الدرب والقلائل إبان الفترات المطيرة مجالا لأحد خطوط التصريف التالية Subsequent، حيث تتجمع فيها المياه الهابطة من المرتفعات الشمالية والجنوبية عبر خطوط تصريف عكسية Obsequent، وكانت المجاري التالية تنحدر من مناطق تقسيم المياه في اتجاهين: **الأول**: نحو الجنوب فالجنوب الغربي لترفد في وادي العريق، **والثاني**: يتجه نحو الشمال الغربي فالغرب لتلتقي وادي العريق إلى الشمال من القلائل، هذه القلائل كانت تشرف على الوادي من جهة الغرب عبر مصاطب مستوية تقريبا، يحتمل أن تكون بنائية بارتفاعات محلية مقارنة بقاع الوادي تبلغ ما بين (٢٠-٢٣) م، بينما يعلوها



صعودا نحو القمة مظهر طبوغرافي مغاير تماما، يبدأ مقعرا فوق سطوح المصاطب، ثم يتحدب على طول قطاعه تحدبا واضحا جدا، يبلغ ذروة انحداره في الجزء المجاور للمصاطب حوالي (٣) درجات، وفي الجزء الآخر المنتهي عند القمة ذات السطح المستوي (١,٥) درجة، أما الانحدار العام من القمة حتى قاع الوادي من خلال العلاقة بين المسافة الأفقية وفرق المناسيب فيبلغ دون الدرجة بقليل.

يلاحظ في خرزة الدرب أن مظهرها المصطبي أقل ارتفاعا من نظيراتها في القلائل، إذ ترتفع ما بين (٢٠-٢٣) م، بينما تبلغ ارتفاعاتها الموضعية مقارنة بنقطة أساس قاع الوادي وهي (٤) م ما بين (١٦-١٩) م، ومن خلال قراءة الخرائط الطبوغرافية للمنطقة والتمعن فيها، وملاحظة مدى التراجع الخلفي لخطوط الارتفاعات وانحناءاتها الصريحة نحو خطوط تقسيم المياه، يتبين أن هناك خطوطا لتصريف المياه، وأن خطا كانت منابعه العليا تتركز في الجزء الجنوبي الشرقي من تل يقع وسط غرب خرزة الدرب، ترتفع قمته (٩٩) م، يتجه هذا الوادي عبر منطقة يحدها خط ارتفاع (٦٠) م نحو الجنوب الشرقي لمسافة (٢) كم، ويتميز باتساعه الذي يبلغ (٥٠٠) م، وبطء انحداره، وارتفاع قاعه الذي يتراوح ما بين (٥٩، ٥٦) م هبوطا نحو المخرج، يتجه بعد ذلك نحو الشرق تحت تأثير الكتل الصخرية الزاحفة عليه من الشمال والجنوب، ولهذا كان ينساب عبر منطقة أشبه ما تكون خانقية، لايتعدى اتساعها (٢٥٠) م، ينفرج بعدها على منطقة تصريف داخلية ترتفع (٤٢) م.

إضافة إلى ذلك تتميز خرزة الدرب بوجود العديد من الأحواض المغلقة، تنصرف إليها مياه الخرزة وقت سقوط الأمطار، وتتركز على الجانب الشرقي والشمالي، تحدها من الغرب سلسلة من القمم تمتد على شكل قوس يبلغ أقصاها ارتفاعا (٩٠) م، بفارق محلي يتأرجح بين (٤٨-٥٠) م، ويلاحظ أن انحدار السلسلة نحو الأحواض يبدأ بطيئا نسبيا، ثم يتزايد فيما بين خطوط الارتفاعات (٦٢-٤٦)م، فيبلغ (١,٤٤) درجة، وعلى الجانب الغربي للخرزة يتميز القطاع من بدايته بتقوس حاد حتى خط ارتفاع (٦٠) م، وانحدار يبلغ (٢,٧) درجة، ويبلغ الانحدار بين خطي ارتفاع (٦٠-٤٠) م حوالي (٢,٤) درجة، ثم يبدأ تقعر خط

القطاع واضحا بعد ذلك؛ لأن الانحـدار يبلغ (٠,٨٨) من الدرجة، وعلى العموم فإن معدل الانحدار من القمة حتى خط ارتفاع (٢٠) م يبلغ (٢,٦٦) درجة (المسافة الأفقية ÷ الـفاصل الرأسي × ٦٠)، وتعني هذه الخصائص الطبوغرافـية أن الجانب الغـربي لكل من خرزة الدرب والقـلائل تأثر أكثـر من الجانب الشـرقي بالحـركات الجانبية نتيجة للزحزحة التي حدثت للكتلة العربية باتجاه الشمال الشرقي.

(جـ) منطقة السطوح الصخرية:

تمثل السطوح الصخرية إحدى المناطق الطبوغرافية في الجنوب القطري، وهي عبارة عن أرصفـة صحراوية Desert Pavements كثيـرا ما تميزها مسـاحات عارية تكسوها أغشية صلبة أحيانا Solid Blankets، وتفترش أرضيتـها كتل من الحجارة السائبة في بعضهـا، وقد تغشاها مفتتات خشنة أو ناعمة تعـمل على التحامها ولو بصفة مؤقتـة في بعضها الآخر، وتنحصر منطقـة السطوح الصخرية في وحدتين: تغطي **الوحدة الأولى**: منطقة تبدو على شكل شبه منحرف، قاعدته الكبرى يمثلها خط أنابيب المياه المار بأبو نخلة Abu Nkhlah إلى مسيـعيـد Musa'id، وقاعدته الصغرى طريق «الدوحة - الوكـرة»، وضلعه الأيسر طريق «الدوحة - أبو نخلة»، وضلعه الأيمن طريق «الوكـرة - مسيـعيد»، وهي بهـذا التحديد تقع إلى الشـمال مباشرة من منطقة الكثبان الرملية ونقيان قطر.

أما الوحدة الثانية: فيمكن تحديدها من ناحية الشرق بخط يمتد من أم جولق باتجاه الجنوب الشرقي فيـعبر الخبيب Al Khubayb باتجـاه الجنـــوب إلى الفليـح Al Fulayyih الواقـعة شرق مـزرعة الغـشّام فـالفليـحة Al Fulayhah ثم إلى أم الحيران Umm Al Hayran حتى خور العديد، كمـا يحدها من ناحية الغرب خط يبدأ كذلك من أم جولق باتجاه الجنوب الغربي فـيمر بالخرارة ثم يتجه نحو الجنوب إلى السدري As Sidri حيـث ينحرف عندها نحـو الجنوب الغربـي قاصـدا حزم العراد، ومنه إلى أم عنز Umm Anz وأوقاب الطير فالقرائن Al Qara'in.

تبلغ مسـاحة **الوحدة الأولى** (٤٥٦,٨) كم٢، [على أساس مـساحة شـبه المنحرف]، ومـساحة الوحدة الثـانية (٣٧٢,٧) كم٢ [على أساس مسـاحة مثلث رأسه عند أم جولق وقاعـدته يمثلها خط يمتد من القرائن حتى نقطة التـقائه بالعمود



الواصل من أم الحيران إلى خور العديد]. تبدو طبوغرافية الوحدة الأولى لأول وهلة مستوية، ولكنها ليست كذلك إذا ما عرفنا أن ارتفاعاتها تحوم حول مترٍ واحد في الجنوب الشرقي حيث تنتشر السبخات، وحوالي (٣٩) م في الغرب قبالة خط أنابيب المياه وعلى بُعد (٧) كم جنوب شرق أبو نخلة، وينم هذا عن وجود فروقات واضحة تصل إلى حوالي (٣٨) م، فالأرض إذن متموجة ومتدرجة في الانحدار باتجاه الشرق وعلى طول محورية حيث تقل عن ربع درجة، إلا لبعض السطوح التي تزيد فيها الانحدارات على نصف درجة كالمنطقة الواقعة بين معمل الصرف الصحي ومسيمير Musaymir.

وتوجد تلة صغيرة تقع غرب غرب جنوب مسيمير بمسافة (٢,٥)كم، ترتفع قمتها إلى حوالي (٢٥)م، وتحيطها ارتفاعات عند القاعدة تتراوح بين (١٦-٢٠)م، ويلاحظ أن خطوط الارتفاعات لاتتركز على الجانب الشرقي فحسب، بل تتقارب أيضا، مما أدى إلى عدم التكافؤ في الانحدار على جانبي التلة، حيث تزداد الانحدارات نسبيا على طول القطاع الشرقي فتبلغ (٠,٨)درجة، بينما ينفرج القطاع على الجانب الغربي عن سهل يمتد مستويا حتى خارج حدود التلة، بانحدارات لاتتعدى (٠,٥)درجة، بل يتناقص هذا الانحدار ليصل إلى (٠,٣) درجة فقط مع استواء السطح باتجاه الجنوب الغربي.

وهناك العديد من التلال تقع إلى الجنوب من الوكير، تمثلها تلال ثلاث، الأولى تقع على بعد(٣,٥)كم جنوب الوكير مباشرة وهي «تلة معيذر Mu'aydir» [غير معيذر الدوم الواقعة جنوب الريان والتي تمثل حوضا مغلقا]، ترتفع قمتها (٢٥)م، وتحيطها خطوط ارتفاعات شبه دائرية مسافاتها البينية متساوية ومتقاربة إلا في الشرق والشمال الشرقي حتى خط ارتفاع (١٠)م، فأضفت عليها شكلا شبه مخروطي، الأمر الذي لم يؤد إلى انحدارات مستمرة ومتساوية على الجانبين، فهي على الجانب الغربي (١,٨ْ)، وعلى الجانب الشرقي (١,١ْ)، ورغم هذا فإن جوانب التل اتخذت شكل انحدار مقعر، أي أن الانحدار في هذا المثال بدأ خفيفا عند قاعدة التل، واشتد صعودا نحو القمة حتى أضحى حادا نسبيا عند نقطة المنسوب (٢٥)م.

أما الثانية فيقطع الجزء الشرقي منها طريق الوكرة - مسيعيد قبالة أم الحول، وهي تلة مسطحـة، تضم ثلاث قمم منفصلات، ارتفـاعاتها (١٣، ١٤، ١٣) م، يميزها عن السطـوح المستوية المجـاورة خط ارتفاع (٤) م، وبهذا تبلغ الارتفـاعات المحلية لهـا (٩، ١٠، ٩) م، ويلاحظ أن خطوط ارتفاعـاتها مـقطعة بشكل أكـثر وضوحا من التلة الأولى، وتنتـهي في الغرب إلى منطقة ذات سباخ، تنحـدر إليها بمعدل (٠,٥) درجة. وتقع التلة الثالثة على بعد (١,٧٥) كم إلى الشرق من نقطة التـقاء طريق الوكـرة أم جـولق، وهي تلة بسيـطة مسطحـة يحـيطها خط ارتفـاع (٢٠)م، يحصـر داخله قممـا متفرقـات، يبلغ أكثرها ارتفـاعا (٢٥) م، وتقع في الشمال الشرقي، وأقلها (٢١) م وتقع في وسط الغرب، وتنحدر التلة على جانبيها انحدارا مـحدبا لتباعـد خطوط الارتفاعات، أمـا انحداراتها نحـو الجنوب الغربي وعلى طول خط مستقيم فتـبلغ (٠,٥) درجة، ونحو الغرب (٠,٤) درجة، وهي مؤشـرات تؤكـد على عدم وجـود فروقـات قد تؤدي إلى تبـاين واضح في هيئـة الأرض، ولكنها رغم ذلك تعطي فكرة بسيطة عن بعض خصائص السطح.

لايخلو السطح في هذه الوحدة من الأحواض المغلقة ذات الأشكال المستديرة والمستـطيلة، وذات الأبعاد والأحـجام المتبـاينة، والارتفاعـات المتفـاوتة، فنلاحظ -مثـلا- أن حوضـا مغـلقا بخط ارتفـاع (١٠)م، يضم داخله حوضين آخـرين، يتمحور باتجاه الشمال الغـربي من «أبو هامور»، فيبلغ أقصى امتداد له (١,٥)كم، وأقـصى عرض لايـزيد على (٢)كم وتبلغ فـروق الارتفـاعات مـا بين (١-٣)م، ويتضح من الخريطة الطبوغرافية (رقم ١-٣، ١-٨) أن الأحواض بهذه المواصفات تتركز في الجـزء الشمالي من الوحدة الأولى، بينما لم أشـاهد إلا حوضين مغلقين فقط إلى الجنوب من معـيذر الوكير، أحدهمـا فسيح متسع تبلغ أبعـاده في حديها الأقصى (٢,٧٥)كم شـرق - غرب، (١٨٥)كم شمالي شـرقي - جنوبي غربي، ويرتفع قاعه (١١)م، وبهذا ينخفض عما جاوره ما بين (٤-٦)م في الشرق، (٢)م بالنسبة للجهات الأخرى، والآخر صغير، تختفي معالمه وسط ما يحيطه من مظاهر سطحية متشابهة، كـما أننا لم نلحظ أي أثر لخطوط تصريف المياه إلا لواحد فقط، يقع إلى الشمال من الوكرة، وينطلـق من خط ارتفاع (٨)م باتجاه الجنوب فالجنوب الشرقي وسط منطقة سهلية مسطحة إلى أن يختفي على بعد (١,٨٥)كم.



وما يميز الجزء الجنوبي من هذه الوحدة انتشار سطوح ذات سباخ إلى الغرب من طريق «الوكرة - مسيعيد»، وهي امتداد لنطاق السبخات التابع لمنطقة الساحل القطري جنوب أم الحول، وترتفع ما بين (١-٢)م، وقد تتخللها بعض الروابي الصغيرة التي لا تزيد ارتفاعاتها على (٥)م، أو تفصلها بعض السطوح التي تغطيها مفتتات دقيقة الحبيبات في أغلب الأحيان، مع وجود عدد من الروابي بارتفاعات تتراوح ما بين (٩-١٢)م، وبعض الأحواض المغلقة الصغيرة بمناسيب داخلية قد تتفق مع مناسيب سطوح السبخات، هذه السبخات يحدها من الجانب الغربي شريط من السطوح الصخرية، يبدأ من الشمال بمنسوب (٣)م، وبفارق ما بين (١-٢)م، ويتميز بالاتساع والتدرج في الارتفاع كلما تقدمنا نحو الجنوب حتى نقطة منسوب (٩)م، ثم تتضح معالم السطح، وترتفع نقط مناسيبه إلى حوالي (١٣)م، بفارق يتراوح ما بين (١١-١٢)م عن السبخات، وبهذا يبلغ انحداره نحو السبخات (٥, ٠ْ)، وقد يصل الانحدار إلى أكثر من (٧, ٠ْ)، وذلك في حالة تزايد الارتفاعات واقترابها من هوامش السبخات.

أما الوحدة الثانية فتبدأ من رأس المثلث في أم جولق والخبيب بسطح متسع ومستو تحوم ارتفاعاته حول (٤٩-٣٥)م، تتخلله أحواض مغلقة متدرجة الانخفاض عما يحيطها، تبلغ ارتفاعاتها ما بين (٢٨، ٢١)م على التوالي، ينهض السطح تدريجيا بالاتجاه نحو الجنوب والجنوب الغربي، ولكن مازالت سمة البساطة تسيطر على هيئة الأرض حتى خط عرض مزرعة «الغشام - السدرية»، وخاصة الجزء الغربي من محور «الخرارة-السدرية-الديحة» Ad Dayhah، وما يثير الانتباه على طول هذا المحور، ويتفق مع امتداده الجنوبي، ويوازي طريق «الخرارة - مزرعة ترينا» Turayna، حزام من الأحواض المغلقة ذات التربات الزراعية، تتفاوت في مناسيبها وأشكالها وأحجامها، إذ تبتعد في مجملها عن الشكل الدائري، وتغطي رقعا مساحية تتراوح ما بين (٠١, ٠-٥, ٠)كم٢، وهي في الشمال من مزرعة ترينا أكثر ارتفاعا منها في الجنوب، إذ تبلغ في الأولى ما بين (٣٨-٥٣)م، وفي الثانية بين (٢٥-٤٣)م، ويعني هذا أن السطح ينحدر انحدارا تدريجيا نحو الجنوب والجنوب الشرقي بمعدل (١/ ٢٥٠)، وقد يصل إلى أقل من ذلك بكثير.

(د) منطقة الكثبان الرملية: The Sand Dunes Sub-Area

يتفق الحد الشمالي لمنطقة الكثبان الرملية (خريطة رقم ١-٩) مع خط عرض أم عوينة، أما الحد الغربي فيمثله خط يمتد من أم عوينة باتجاه الجنوب فيمر بسلمية أبو قطبتين عبر وادي جلال إلى أم جولق حيث لا يراوح من هذا الموقع الحدود الشرقية لمنطقة السطوح الصخرية المستوية، بينما تختلط علينا معالم الحد الشرق نظرا لتداخل نطاقات الكثبان الرملية مع رواسب السبخات، ورغم ذلك سنعتبر نطاق السبخات الحد الشرقي لهذه المنطقة، وتشغل منطقة الكثبان في حدود (٦,١٪) من مساحة قطر، بغض النظر عن مناطق انتشار بعض الكثبان ضمن نقيان قطر التابعة للمنطقة الساحلية.

تبدأ طبوغرافية المنطقة من الشمال (خط عرض أم عوينة) باتجاه الجنوب حتى خط عرض (٥َ ٢٥ْ) (شكل رقم ١-٣) شمالا بسطح سهلي متسع ينبئ بذلك تباعد خطوط الارتفاعات المتساوية التي قد تخلو منها كثير من المساحات، وتحل محلها نقط من المناسيب تتدرج انخفاضا باتجاه الشرق حيث تتراوح قيمها ما بين (٤٧-٢٧)م على التوالي، وتتفق انحدارات السطح مع هذه القيم فلا تتجاوز (١/ ٥٩٠)، وتعتلي السطح هنا وخاصة الجزء الشرقي منه بعض الكثبان الرملية الهلالية، بارتفاعاتها التي تحوم حول (٤٣-٥٧)م، وبهذا يبلغ التضرس المحلي (الفرق بين أعلى نقطة وأدناها) في نطاق انتشار هذه الكثبان حوالي (٣٠)م.

وإلى الجنوب من خط عرض (٥َ ٢٥ْ) شمالا حتى خط عرض (٢٥ْ) شمالا ينخفض السطح بشكل عام، ويزداد اتساعا وخاصة عند هوامش الحدود الغربية، بحيث لاتزيد فروق الارتفاعات بين قيم الحد الأعلى عن (٢) م، وفي هذا القطاع تبلغ الارتفاعات أقصاها على الجانب الغربي (٤٥)م، تتناقص بالاتجاه شرقا حتى تصل عند الخواتيم إلى حوالي (٩)م، وهذا يعني أن انحدار السطح يُقَيَّم بحوالي (١/ ٥٢٧)، أي أنه أكثر انحدارا من القطاع السابق، إضافة إلى ما يتميز به هذا القطاع من تزايد أعداد الكثبان الرملية الهلالية، بحيث ينفرد الجزء الغربي والأوسط منه بالأحجام الكبيرة التي يكاد بعضها يلتحم مع بعض، وترتفع ما بين (٣٨-٦٨)م، بينما تتركز ذات الأحجام الصغيرة والجنينية في الجانب الشرقي، بارتفاعاتها التي تتراوح بين (٢٠-٣٠)م، وقد يرتفع بعضها إلى (٣٦) م.

ويلاحظ أن هذا القطاع لايخلو من الأحـواض المغلقة ذات الأبعاد المتبـاينة، فأكثرها ارتفاعا يوجد في الغرب، حيث ينخفض قاعه عن محيطه الخارجي الذي يرتفع (٤٠)م في حـدود (٢)م، وهو عبارة عن حـوض طولي يرتكز على مـحور شمالي - جنوبي، بطول يبلغ (٩, ٢)كم، ويبدأ الحوض ضـيقا في جزئه الشمالي فلا يتجاوز عرضه (٤, ٠) كم، ثم يتسع في الوسط ليصل إلى (٩٥, ٠)كم، وهو في الجنوب أكثر اتسـاعا منه في الشمال حيث يبلـغ (٦, ٠)كم، ويغطي رقعة تبلغ حوالي (٥, ١)كم٢.

وهناك حوض آخر أقل ارتفاعا ولكنه أكـثر امتدادا واتساعا، يقع في الوسط على يمين المتجه من الوكيـر إلى الخرارة، وقبل (٩)كم من أم جولق، ويشكل خط ارتفاع (٢٠)م إطاره الخـارجي، ويتمـحور بين الشـمال الغربي والجنـوب الشرقي بطول أقصاه (٥, ٤) كم، وعـرض يتراوح ما بين (٢, ٠-٢)كم، ويشغل مـساحة مقدارها (٥, ٣)كم٢، ويضم داخله صـورا طبوغرافية متناقضـة، فالسطح ينخفض بصفة عامة في حدود متر واحـد عن القيمة المعيارية (الإطار الخارجي)، ومع ذلك تكتنفه بعض الأحواض الصغيرة التي ترتفع قيعانها إلى (١٧)م، ورابية تعلوها قمة تبلغ (٢٣)م، وكـثيب رملي يبلغ ارتفـاعه المحلـي (١٦)م، وفيمـا عدا ذلـك فإن الأحواض المغلقـة تبدو صـغيرة، يميـزها الشكل الدائري في كثـير من الأحـيان، وتتراوح مساحتها ما بين (٠٦, ٠-٥, ٠)كم٢.

ومن خط عرض (٢٥ْ) شمالا باتجـاه الجنوب حتى خط عرض (٥ً ٥٤َ ٢٤ْ) شمالا، يغلب على السطح رتابته المملة، وإن كانت هي الصفة المميزة له، فلايخلو من التقطع، وانتـشار العديد من الـروابي ذات الارتفاعات المخـتلفة، إذ تعلو هذه الروابي عند الهوامش الغربية قمم تتراوح قـيمها ما بين (٣٩-٤٤)م، تتناقص كلما تقـدمنا نحو الشـرق تناقصـا ملحـوظا، فتـبلغ في الوسط بين (٢٥-٣٥)م، وفي الشرق عند حدود السبخـات ما بين (٤-١٩)م، وعلى هذا الأساس ينحدر السطح بمقدار (١/ ٣٤٧)، وما يلفت الانتباه خاصة إلى الجنوب من موقع الزرقاء تجمع ما يقرب من (١٢) رابية ضمن مساحة تبلغ في حدود (٥, ٤)كم٢، تتراوح ارتفاعاتها ما بين (١٥ - ٢٤)م، وهي إحدى مؤشرات تقطع السطح.

تعتلي السطح - إضافة إلى ذلك - أنماط من الكثبان الرملية الهلالية، يبدو أنها متفاوتة توزيعا وحجما وارتفاعا، إذ تنتشر ذات الأحجام الكبيرة التي تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٣٦-٧٥)م في الغرب والوسط، تتخللها بعض الكثبان الجنينية التي ترتفع ما بين (٣٢-٥١)م، وبعض الأكمات التي قد ترتفع إلى (٢٢)م، بينما تسيطر ذات الأحجام المتوسطة على المظهر الطبوغرافي المحاذي لنطاق السبخات في الشرق، بارتفاعاتها التي تحوم حول (٢١-٤٥)م، ويلاحظ أن بعض الكثبان في الموقع الأخير ثلاثية القمم، تتوسطها أعلى قمة ترتفع (٤٦)م، بينما تبلغ ارتفاعات القمتين الأخرتين (٣٣، ٣٦)م، وهي حالة لاجرم أنها تبدو غريبة، ولكنها بحكم وجود بعض العوائق، المتمثلة في عدم استواء السطح، وركوب بعض الكثبان على سطح السبخة، تصبح مقبولة إلى حد كبير، لأن هذا الوضع يسمح بالتحام الكثبان عرضيا أو طوليا (خريطة رقم ١-٩).

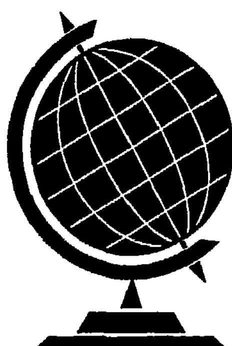
وفي أقصى جنوب منطقة الكثبان الرملية (خريطة رقم ١-٨)، أي إلى الجنوب من خط عرض (٥ً ٥٤َ ٢٤ْ) شمالا، وبالتحديد النطاق المحصور بين مزرعة الغشّام - القصيِّرة في الغرب، والطريق الواصل إلى الشقراء وامتداده الفرضي نحو الجنوب حتى خور العديد في الشرق، يزداد السطح تقطعا، والحمادة الحصوية انتشارا، الأمر الذي يؤدي إلى غلبة التموج على استواء السطح، وتحافظ الارتفاعات على مستوياتها التي لاتزيد على (٤٥)م في حدها الأعلى على جانب الطريق إلى مزرعة الغشام، ولاتقل عن (٧)م في حدها الأدنى على جانب الطريق إلى الشقراء، وبهذا يبلغ الانحدار بين الغشام والشقراء حوالي (١/٣٣٦)، وإلى الجنوب من هذين الموقعين ينخفض السطح وتتناقص الارتفاعات، حيث تتراوح بين (٢٥-٤٠)م في الغرب، وبين (١٥-٣٧)م في الوسط، ولكنها تتدنى على طول حدود السبخات في الشرق والجنوب إلى ما دون سطح البحر بحوالي (-٣)م، رغم وجود بعض الروابي والتلال التي تحوم ارتفاعاتها حول (١١-١٤)م.

وما يلفت النظر أن الكثبان الرملية تبدأ في فقدان أشكالها الهلالية، إلا القليل منها، ومع ذلك تبلغ ارتفاعاتها ما بين (٢١-٧٧) م، وأن السطح تكتنفه العديد من الأحواض المغلقة التي تتراوح ارتفاعات قيعانها ما بين (١٩-٣٤) م،

ولكن ما يثير الاهتمام وجود حوضين مغلقين، أحدهما يقع على بعد (٢) كم إلى الشمال الشرقي من مزرعة الغشام ويعرف بحوض فليِّح Fulayyih، والآخر يقع على بعد (٤) كم إلى الجنوب الشرقي من مزرعة الغشام ويطلق عليه حوض فليحه Fulayhah، ويتفق الحوضان في الشكل الدائري، وفي الحزام الخارجي الذي يتشكل من الحواف الصخرية رغم أنه غير متصل.

فحوض فليِّح أصغر من حوض فليحه، تحيطه الحواف الصخرية من الشمال والشمال الغربي، وتتفق مع خطوط الارتفاعات المتساوية التي تتراوح ما بين (٢٦-٣٢)م، ويرتفع قاع الحوض إلى حوالي (١٨)م، ويلاحظ أن الانحدار من حدود الحوض الخارجية تتناقص كلما اقتربنا من مركزه، وهو أشد ما يكون على الجانب الشمالي الغربي، حيث يبلغ (١,٨ْ) في القطاعات العليا، بينما لايزيد على (٠,٥ْ) في القطاعات الوسطى والدنيا، وتنصرف مياه الأمطار إلى الحوض عبر مسيلين، يتجه الأول نحو الجنوب الشرقي من ارتفاع (٣٨)م، مخترقا الحافة الصخرية بطول يبلغ (٠,٩)كم، ويصرف الثاني مياه المنطقة من ارتفاع (٣٨)م كذلك، ويدخل الحوض من الشمال الشرقي عبر فتحة ضيقة في الحواف الصخرية، بطول يبلغ (١,١)كم، وينساب هينا فوق أرضية الحوض بمعدل انحدار يبلغ في حدود الدرجة.

أما حوض فليحه فيقع وسط منطقة تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٢٣-٢٩)م، تغلفه سلسلة دائرية من الحواف الصخرية غير مكتملة الاتصال على الجانبين الشرقي والغربي، تتفق وخطوط الارتفاعات التي تتراوح ما بين (٢٠-٢٨) م، بينما يبلغ أدنى ارتفاع للحوض ما بين (٧-٩) م، ويمتد أمام صباب الكثيب الرملي الهلالي الذي يعتلي أرضية الحوض، ويرتفع إلى حوالي (٣٩) م، ويلاحظ أن السطح ينحدر انحدارا لطيفا من جميع الجهات باتجاه الحوض، حيث يتراوح ما بين (١-١,٢) درجة، باستثناء الجهة الجنوبية والجنوبية الشرقية التي تبلغ انحداراتهما في حدود (١,٤) درجة، ويخترق الحافة الصخرية الشمالية خط لتصريف مياه الأمطار إلى الحوض بطول يبلغ كيلو متر واحد، ومعدل انحدار لايتجاوز (٠,٧) درجة.



الفصل الثاني

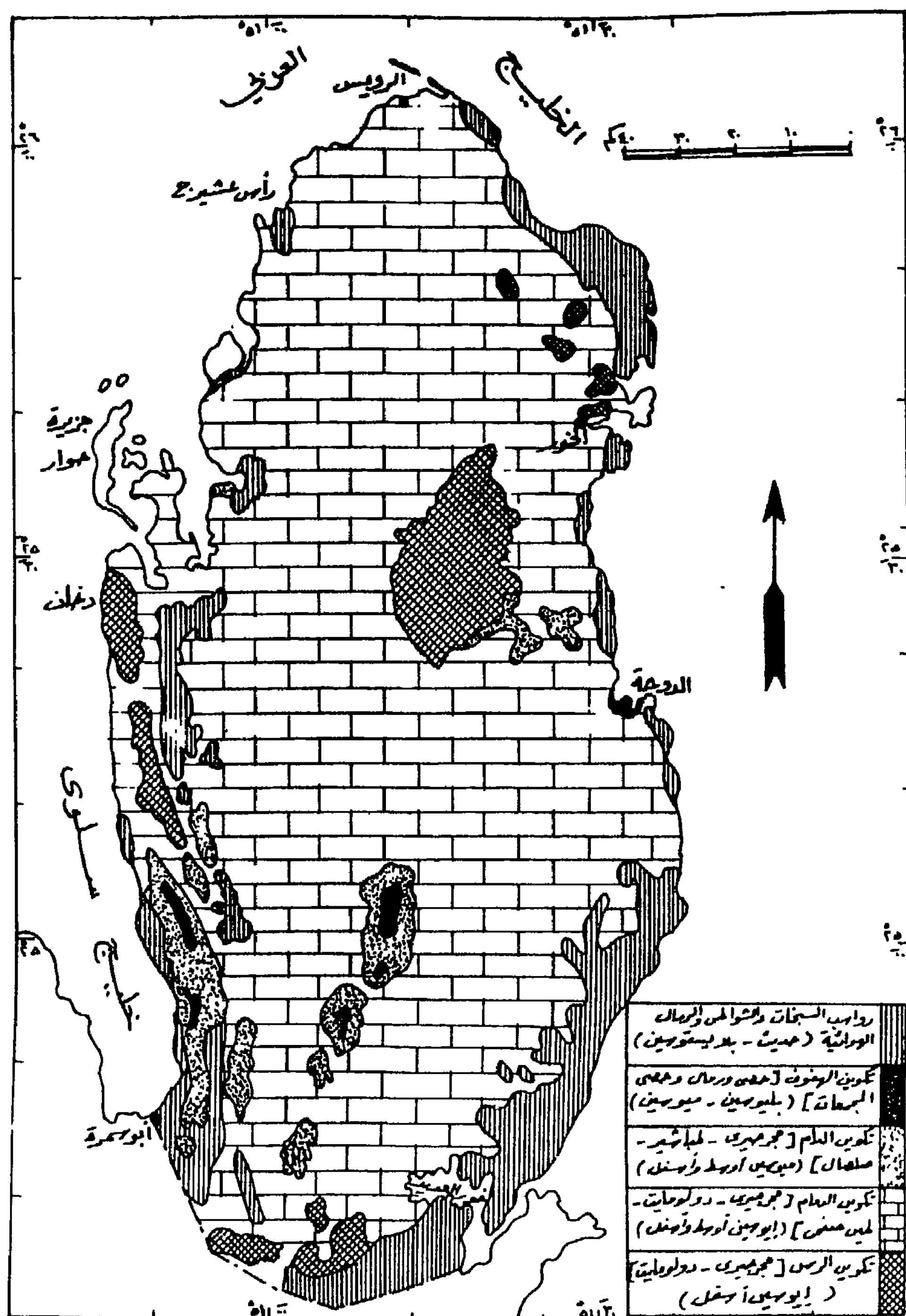
چيولوچية شبه جزيرة قطر

أولا : التكوينات الچيولوچية السطحية.

ثانيا : التتابع الطباقي للتكوينات وخصائصه.

ثالثا : البنية الچيولوچية.

رابعا : التطور الچيولوچي.



شكل رقم (٢ - ١)

خريطة جيولوجية ملخصة لشبه جزيرة قطر (التكوينات السطحية)

أولا: التكوينات الجيولوجية السطحية: Surficial Geological Formations

ليس للصخور النارية انتشار سطحي أو حتى مجرد وجود بين تكوينات شبه جزيرة قطر، اللهم إلا ما تم العثور عليه ضمن تكوينات الهفوف المنقولة من الدرع العربي، وينسحب هذا على طول الساحل الشرقي لشبه جزيرة العرب، ابتداء من الكويت شمالا حتى أبو ظبي جنوبا، إلا أن القاعدة الصخرية التي ترتكز عليها الرواسب الحديثة في شبه جزيرة قطر والجزر التابعة لها (تظهر الصخور النارية في بعض الجزر - راجع الباب الثاني) تتكون في الأصل من الصخور النارية، وهي التي ساهمت بصورة واضحة في إبراز الواقع المادي لقطر والجناح الغربي لحوض الخليج العربي، وخاصة منطقة (الرفرف العربي)، وعلى الرغم من صلابة هذه الصخور، وقدرتها على مقاومة عمليات النحت، إلا أن الكثير منها يسهل تفككه بواسطة عمليات كيميائية Weathering ظهرت آثارها في بعض تكوينات هرمز التي تعود إلى الزمن الجيولوى الأول، وتتمثل في جزيرتي حالول وشراعوه.

وفيما يلي دراسة لأهم التكوينات الجيولوجية والرواسب السطحية وتوزيعها:

(أ) تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث: Tertiary Formations

تتألف تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث من أنواع متفاوتة يمكن تقسيمها إلى التالي:

١ - الحجر الجيري والدولومايت التابع لتكوين الرس (الإيوسين الأدنى):

Limestone and Dolomite of Rus Formation

يبدو واضحا من (الخريطة رقم ٢-١) أن تكوينات الرس (تنسب هذه التكوينات إلى منطقة أم الرؤوس Umm al-Ru'us الواقعة جنوب شرق قبة الدمام) التي تعود إلى الإيوسين الأدنى وهو من عصور الزمن الثالث، تنتشر على رقعة يمكن تتبعها من شمال شبه جزيرة قطر، إذ يبلغ أقصى امتداد لها حتى خط عرض (٥٢َ ٢٥ْ) شمالا، خاصة إلى الشمال قليلا من قرية الكعبان، وإلى الشرق من الطريق الرئيسي «الدوحة - الشمال»، وتغطي هذه التكوينات منطقة حوضية بالقرب من الداوودية وتغلف رواسب الروضات الطينية Mud والسلتية Silt (شكل رقم ٢-٢).

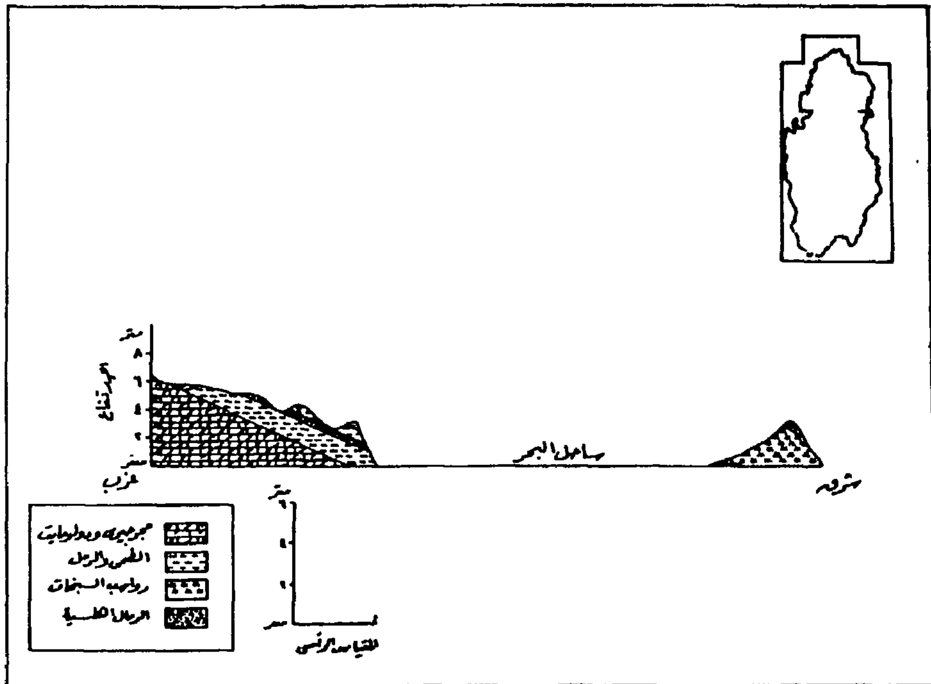


شكل رقم (٢ - ٢)

قطاع تضاريسي جيولوجي للقسم الشمالي (رأس أم صاع - النقية)

يمكن التعرف كذلك على بعض البقع الجيرية والدولومايتية فيما بين سمسمه Simsima والوعب Al-wa'ab شمال شرق قطر، كما تشكل حزاما يكتنف مدينة الذخيرة، وتشرف تكوينات الإيوسين الأسفل على خليج الخور Al-Khor من جانبه الشمالي (شكل رقم ٢-٣)، أضف إلى ذلك، فإن تكوينات الحجر الجيري والدولومايت تشكل الغالبية العظمى من القطاع الأوسط لقبة قطر الرئيسية، إذ يمتد هذا القطاع من الشفلّحية Ash Shafllahia شمالا (خط عرض ٤٠َ ٢٥ْ ش) حتى خط عرض الشيحانية Ash-Sheehania جنوبا بطول يبلغ (٣٤) كم، وعرض يبلغ أقصاه (٢٢) كم، ويتميز بضيقه في الشمال واتساعه في الوسط والجنوب، ويضم آبار الرشيدية والذيبية وأبوثيلة والعطورية وأبو حصية والخريب والمزروعة والشيحانية وأم القهاب، وتعتبر أكبر منطقة تنتشر فيها تكوينات الرس (شكل رقم ٢-٤).

تكمن أهمية هذه التكوينات في كونها مسؤولة عن تجمع المياه في خزانات جوفية، بعثت الحياة في تلك المنطقة خاصة وفي شبه جزيرة قطر بصفة عامة،



شكل رقم (٢-٣)
قطاع تضاريسي جيولوجي لمنطقة الخور

الزمن الرابع
رمال متحركة
رواسب السبخات
طمي وسلت
رمال كلسية
حصى الشواطئ
الزمن الثالث
حصى ورمال وكونجلوميرات
حجر جيري وطمية (ميوسين أسفل)
حجر جيري وطمية (ميوسين أوسط)
حجر جيري ودولوميت
طفل وحجر جيري ودولوميت
حجر جيري ودولوميت (الرس)

متر
١٥
١٠
٥
صفر
التهويل الرأسي
غرب
شرق

متر
٥٠
٤٥
٤٠
٣٥
٣٠
٢٥
٢٠
١٥
١٠
٥
صفر

جبل دخان
سبخة دخان
روضة الفرس
شمال شرق النصرانية
حقول آبار الخريب
الزروعة
منطقة أم صلال
الخيسة
غرب (دخان)
شرق (أم صلال)

شكل رقم (٢-٤)

قطاع تضاريسي جيولوجي للقسم الأوسط (أم صلال - دخان)

ويتراوح سمك هذه التكوينات ما بين (٢٠-١١٠) م (Cavilier., 1970 p.12)، إلا أنه يتفاوت ما بين (٤٢-٤٤) مترا في شمال قطر ويعزى ذلك إلى تأثر سمك الطبقات بقبة سمسمه، وبين (٢٨) مترا في منطقة العطورية التي تمثل موقعا تحديبيا حادا Sharp Anticline Position في القوس القطري Qatari Arch، وتزداد التكوينات سمكا إلى الغرب من مدينة الدوحة، إذ تصل إلى (٨٠) مترا حيث تشاهد مختلطة بطبقات من الجبس، فضلا عن ذلك، فإن سمكها في منطقة بعيدة عن الشاطيء (عرض البحر) Off-Shore والمتمثلة في «العد الشرقي» Idd-el Sharqi يزداد ليبلغ أكثر من (١١٢) مترا (**المركز الفني للتنمية الصناعية، خريطة قطر الجيولوجية، ١٩٨٠، ص٦**)، ويرجع ذلك إلى أن منطقة العد الشرقي استمرت تستقبل رواسب الإيوسين الأسفل حتى وقت متأخر، الأمر الذي ساعد على زيادة سمكها، أضف إلى ذلك عدم تعرضها لفعل عوامل التعرية بسبب موقعها الكائن تحت مستوى سطح البحر، وبالمقابل فإن تكوينات الرس على اليابس القطري قد تعرضت حال انحسار مياه البحر عنها لفعل عوامل التعرية مما أثر على سمك طبقاتها.

وإذا ما تتبعنا تكوينات الحجر الجبري والدولومايت على طول الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، فإنه يمكن تمييز منطقتين رئيسيتين، تمتد **المنطقة الأولى**: من روضة جراح في الشمال حتى الفحيحيل في الجنوب وعلى طول محورها، يفصلها عن الشاطئ شريط ضيق من تكوينات الرمال الكلسية التي أرسبت في مياه بحرية ضحلة إبان الزمن الرابع. ويبدو أن تكوينات الرس التي تشكل جزءا من حدبة دخان (**شكل رقم ٢-٤**)، تضيق في الشمال وتتسع في الجنوب وخاصة حول مدينة دخان، ولهذه التكوينات علاقة وثيقة بمصائد البترول ومكامنه الرئيسية فهي التي ساعدت على نهضة قطر الحديثة، وساهمت بشكل واضح في التطور الذي شمل مختلف المجالات الاقتصادية والاجتماعية والعمرانية والتعليمية.

وتمتد **المنطقة الثانية**: إلى الجنوب من خط عرض الفحيحيل على شكل لسان يبدأ ضيقا ثم يأخذ في الاتساع باتجاه الجنوب الشرقي خاصة عند الأصيبع، تغلفه تكوينات من شرائح الطين، والحجر الجيري والدولومايت المنتمية للدمام الأعلى،

وأشرطة من الرمـال المسفية العـائدة للرباعي، والتي تستمر على هذا النـحو حتى القليـعات. وفي أقصى الجنوب تـشاهد تكوينات الرس في عـقلة المناصيـر وحزم سودانثيل وجوي السلامة (راجع شكل رقم ٢-١)، حيث تختلط برواسب الرمال والسبخات وبعض تكوينات الدمام الأسفل وطبقات من الجبس.

٢- الطين الصفحي والحجر الجيري والدولومايت لتكوين الدمام:

Shales, Limestone and Dolomite of Dammam Formation

تنقسم تكوينات الدمام إلى قسمين متمايزين هما:

(أ) الطين الصفحي والحجر الجيري والدولومايت لتكوين الدمام الأسفل:

Shales, Limestone and Dolomite of Lower Dammam

وتشتمل على الأنواع الثانوية الآتية:

١- حجر جير الألفيولينا - منطقة دخان Dokhan Alveolina Limestone

٢- طين ميدرا الصفحي Midra Shales

٣- حجر جير الفيلاتس - منطقة الفحيحيل Fhaihil Velates Limestone

(ب) الحجر الجيري والدولومايت لتكوين الدمام الأعلى:

Limestone and Dolomite of Upper Dammam

وتضم هذه التكوينات النوعين التاليين:

١- الحجر الجيري والدولومايت (عضو سمسمه) Simsima Member

٢- الحجر الجـيري الدولومايتي المحتـوي على الطين الجيري Marl (عضو أبروق) .Abaruq Member

لقد تم تقـسيم تكوينـات الدمام التي ترسـبت أثناء عصر الإيـوسين الأسفل والأوسط على التوالي إلـى عدد من الأقسام والأنـواع بناء على أسس ليثولوجـية Lithology (نوعيـة الصخور) وباليونـتولوجية (أنواع الحـفريات) Palaeontology ويلاحظ أن تكوينات «الدام الأسفل» تحتوي عـلى شرائح من الطين الصفحي الذي يوحي وجودها إلى أن عـمليات الإرساب التي أدت إلى تكوينها لم تكن عـمليات مستمرة، بل كانت تتخللها فترات تتوقف أثناءها عمليات الإرساب البحري (لهذه الرواسب أهميـة اقتصـادية؛ لاحتوائها علـى مادة الفوسفـات التي تفيد المحـاصيل

الزراعية)، بالإضافة إلى تكوينات من الحجر الجيري والدولومايت، في حين يخلو «القسم الثاني» من الطين الصفحي ليشتمل على تكوينات من الطين الجيري Marl، وهذا من شأنه أن يعكس خصائص معينة لكل نوع من التكوينات اتضحت طبيعتها في مدى تأثرها بعوامل التعرية من جهة، وفي مدى تفسيرها للظاهرات الجيومورفولوجية من جهة ثانية، ليس هذا فحسب، بل إن هناك اختلافا واضحا بين أنواع القسم الواحد، فبالرغم من التشابه بين حجر جير فحيحيل وحجر جير دخان، إلا أن الأول يتميز باحتوائه على بقايا حيوانات بحرية تتمثل في الفيلاتس، بينما يشتمل الثاني على الألفيولينا.

وخلال تحليل خريطة قطر الجيولوجية (رقم ٢-١)، تبين أنه ليس ثمة وجود لتكوينات الدمام الأسفل التي تغلب عليها رواسب الطين الصفحي في الجزء الشمالي لشبه جزيرة قطر، وبصفة خاصة إلى الشمال من خط عرض أبوثيلة، وأنها تتركز في المنطقة الواقعة إلى الشمال الغربي من مدينة الدوحة، حيث تمتد على شكل شريط يغلف تكوينات الرس من جانبيها الشرقي والجنوبي، وتبرز كذلك بالقرب من أم صلال إلى الغرب من طريق «الدوحة - الشمال»، بالإضافة إلى أنها تغطي رقعا صغيرة في كل من الخيسة والخريطيات والحسينية، وتظهر علاوة على ما سبق في أم طاقة Umm Taqa.

وعلى طول الساحل الغربي تبدأ تكوينات الدمام في الظهور من رأس الغارية شمالا حيث تحاذي الجانب الشرقي لتكوينات الرس، لتستمر بشكل متقطع، ثم تأخذ في الوضوح عند «القليعة» Al-Qulai'ah، وترتفع على شكل أكمات جيرية Hillocks إلى الشرق من الكرعانة وأم باب والجبيجب Al-jubaigib وتمثلها أحجار الفحيحيل الجيرية المختلطة ببقايا حيوانات بحرية من الفيلاتس أصدق تمثيل، وتتميز تكويناتها باللون الأبيض البلوري، كما أنها على درجة عالية من الصلابة، مما ساعد على مقاومتها لفعل عوامل التعرية. ومن وجهة النظر الجيولوجية، فإن تكوينات الفحيحيل الجيرية تماثل نظيرتها تكوينات سمسمه الجيرية، حيث يتسم كلاهما بشفافية صخوره، وكثرة شظاياه، واحتوائهما على الفيلاتس.

وفي جنوب قطر، توجد تكوينات الدمام الأسفل متناثرة وخاصة إلى الغرب من خور العديد، وكالعادة فإنها تشاهد مختلطة برواسب السبخات والتكوينات

الرملية الحديثة، فضلا عن أنها تشكل في كثير من الأحيان الإطار الخارجي لتكوينات الرس، حيث يبلغ سمكها في منطقة سودانثيل (١٠) أمتار. أما تكوينات الحجر الجيري والدولومايت المختلط بشرائح الطين الجيري والتابع لتكوينات الدمام الأعلى Edms فإنها تمثل أنموذجا آخر لنوع التكوينات التي تغطي سطح قطر، إذ تكاد لاتخلو منطقة في شبه الجزيرة القطرية من تكويناتها، باستثناء المناطق سالفة الذكر، وتلك التي سيرد ذكرها بعد قليل.

٣- الحجر الجيري والصلصال لتكوين الدام: (الميوسين الأدنى والأعلى)

Limestone and Clay of Dam Sub Formation

تنقسم هذه التكوينات إلى قسمين ثانويين هما:

(أ) الحجر الجيري والصلصال لتكوين الدام الأسفل: Md1

Limestone and Clay of Lower Dam Formation

تتشكل تكوينات الدام (تنسب إلى جبل اللدام Jabal al-Lidam في المملكة العربية السعودية وأول من استعمل هذا الاصطلاح الچيولوچيان Steinek and Koch عام ١٩٣٥ ضمن تقرير قدماه لشركة أرامكو) التي يبلغ سمك طبقاتها (٣٠) مترا، علاوة على الحجر الجيري والصلصال والطين، من بقايا حيوانات بحرية مرجانية وفورامنيفرا، وقد تعرضت هذه التكوينات لفعل عوامل التعرية حتى أضحت تمثل رصيفا تحاتيا Erosional Platform. وتغطي هذه التكوينات التي برزت إلى الوجود في الميوسين الأسفل، الجزء الجنوبي الغربي من قطر، إذ تمثل القاعدة التي ترتكز عليها التلال الصخرية في تلك المواضع. وأن وجود هذه الصخور، ضمن الثنية المقعرة لذراع خليج سلوى القديم، حافظ عليها من فعل عمليات النحت، وأبقى على تواجدها نظرا لتغطيتها برواسب أحدث عمرا، ومن الصعوبة بمكان التعرف على صخور الدام الأسفل إلى الشمال من طريق «الدوحة - أم باب» عدا منطقتي البديعة وجبيجب، كما أنها توجد متناثرة إلى الغرب من وادي جلال وتمتد من مكينس في الشمال حتى طوير الحمير في الجنوب.

تتفاوت صخور الدام الأسفل فيما بينها تفاوتا واضحا، إذ تؤكد التحليلات الليثولوجية، أن مكونات الصلصال والكربون تختلف نسبتها في تكوينات

الدام الأسفل، فإذا ما ارتفعت نسبة الصلصال المكون لهذه الصخور يغلب على الحجر الجيري الصلصالي في هذه الحالة اللون الأخضر أو الأحمر، وعندما تنخفض نسبة الصلصال يتميز حينئذ بنعومة ملمسه وبلونه الأبيض (عبد الله صلات وآخرون، ص١٢).

(ب) الحجر الجيري والصلصال لتكوين الدام الأعلى: Md2

Limestone and Clay of Upper Dam Formation

ترتكز تكوينات الدام الأعلى بشكل متوافق على تكوينات الدام الأسفل، ويبلغ سمكها (٥٠) مترا وخاصة في الجنوب الغربي، وتختلط ببقايا حيوانات شاطئية Lagoonal Fauna مع وجود طبقات رقيقة من رواسب الجبس Gypsum، والحصى (الجراول) ذي الأصل القاري Gravels of Continental Origin، ويدل ذلك على مدى التغير في الظروف البيئية آنذاك، وتنتشر هذه الصخور قرب قرين أبو البول والخرارة وطوار الحريثي، ويمكن ملاحظتها في الجزء الجنوبي الغربي إلى الشرق من غار البريد ومركز أبو سمره وخاصة حزوم النخش والنفحة والمسحبية (شكل رقم ٢-٥) كما أنها تمتد من وادي الهولة في الشمال على شكل شريط ضيق، يتسع كلما تقدمنا نحو الجنوب حتى الطرف الشمالي لقرن أبو وائل Qarn Abu Wa'el في الجنوب (شكل رقم ٢-٦) إذ تكتنفها في هذا الموقع فرشات من خيوط رملية أرسبت في الزمن الرابع.

٤- الحجر الرملي والحصى والرصيص لتكوين الهفوف:

Sandstone, Pebbles and Conglomerates of Hofuf Formation

أدت حركة الرفع التي تعرضت لها المنطقة في أواخر الزمن الثالث إلى ظهور قطر كأرض يابسة، تبعتها إرسابات قارية نهرية من الجراول الطمية Alluvial Gravels والرواسب الرملية والطميية Silts في البليوسين، تنم عن ظروف مناخية رطبة سادت المنطقة. وتتمثل هذه التكوينات في الجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر، وذلك إلى الشرق من طريق «الدوحة - سلوى»، حيث تشاهد في حزم طوار بشكل واضح، تحيطها تكوينات الدام الأسفل، إضافة إلى منطقة طوار الخرارة وطوار الحريثي، وأنها لم تصل في انتشارها إلى أبعد من سلمية الطوار وأم حوطة.

الزمن الرابع

رمال متحركة

رواسب السبخات

طمي وسلت

رمال كلسية

حصى الشواطئ

الزمن الثالث

حصى ورمال وكونجلوميرات

حجر جيري وطينية (ميوسين أسفل)

حجر جيري وطينية (ميوسين أوسط)

حجر جيري ودولوميت

طفل وحجر جيري ودولوميت

حجر جيري ودولوميت (الرس)

غرب حزم النخش

شرق

جنوب طعس الدريا

طوار الخرارة

وادي الجبع

الخرارة

الخبيب

منطقة نقيان قطر

متر

غرب (النخش)

شرق (جنوب مصب الزيت) مسيعيد

٢٠٠ متر

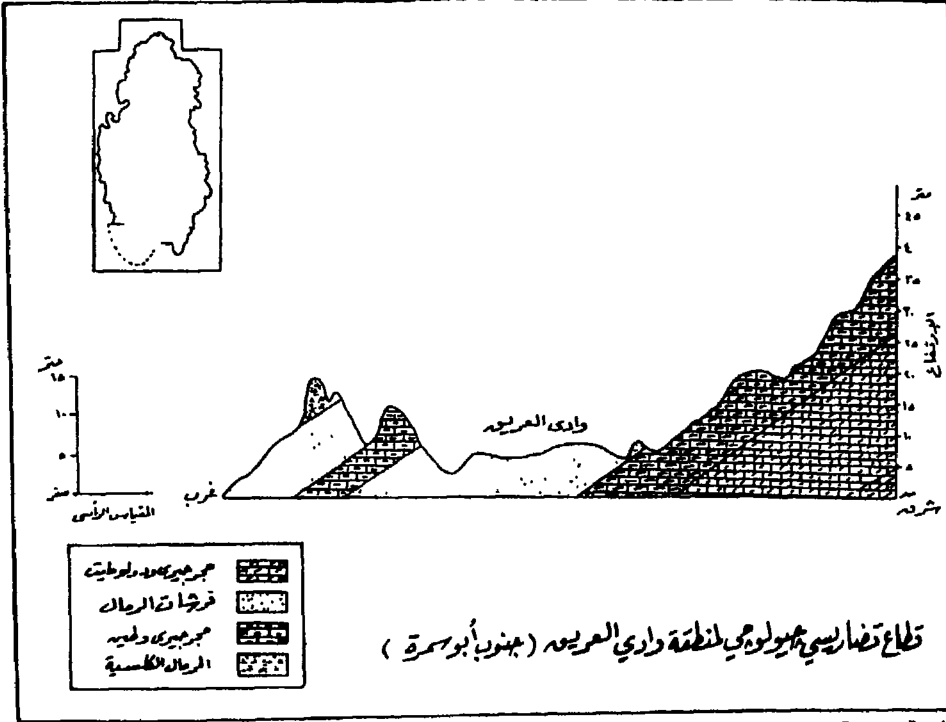
١٠٠

صفر

المقياس الرأسي

شكل رقم (٢ - ٥)

قطاع تضاريسي جيولوجي للقسم الجنوبي (مصب الزيت - النخش)



شكل رقم (٢-٦)

وإذا ما انتقلنا إلى الساحل الغربي شمال المنطقة المذكورة، وعلى وجه التحديد شمال غرب طريق «الدوحة - أبو سمرة»، فإنه يمكن مشاهدة تكوينات الهفوف في طعس الكرعانة وحزم الوصيل Al-wusayl، كما نلاحظها تشكل قطاعا يمتد من خط عرض القليعة حتى منطقة النخش An-Nakhsh التي تقع إلى الشمال قليلا من طريق «الدوحة - أبو سمرة»، وفيما عدا هذه المواقع، فإن تكوينات الهفوف ليس لها وجود في أنحاء شبه جزيرة قطر، وتوحي خصائص هذه الرواسب إلى أن نظاما نهريا كان سائدا قبل أن يتشكل خليج سلوى، من أهمها أودية العريق والذياب والهويلة (الهولة) (شكل رقم ٢-٦)، حيث ساهمت جميعا في نقل الرواسب من منطقة الدرع العربي إلى مناطقها الحالية في قطر وغرب أبو ظبي.

(ب) رواسب الزمن الرابع والحديث: Recent and Quaternary Deposits

خضع سطح قطر منذ بداية البليوسين لعمليات التشكيل الخارجية من جهة Exogenuous Processes وتذبذب مستوى سطح البحر القديم غمرا وانحسارا من جهة أخرى Eustatism، الأمر الذي أدى إلى تشكيل غطاء سميك من الرواسب الرباعية والحديثة تتباين نوعا وخصائصا وتوزيعا مكانيا.

لذا كان من الأفضل تصنيفها إلى الأنواع الآتية:

١- الحجر الرملي الجيري القديم Old Lime and Sandstone

٢- الرواسب الطينية والسلتية Mud and Silt Deposits

٣- رواسب السبخات Sabkha Deposits

٤- الرواسب الرملية الكلسية الحديثة Recent Calcareous and Marine Deposits

٥- الرواسب الرملية الهوائية Aeolian Sand Deposits

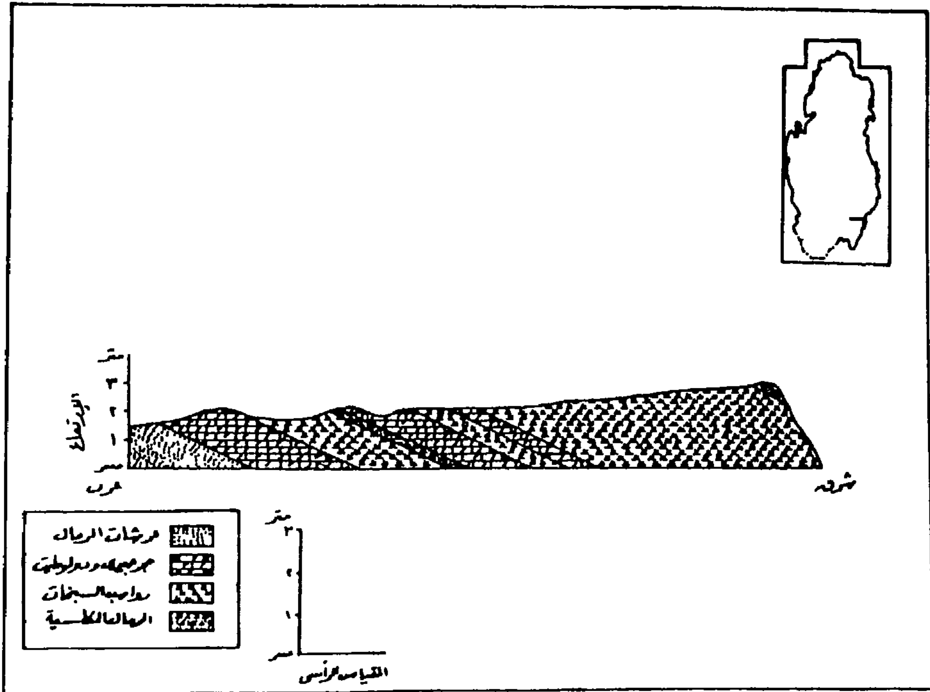
١- الحجر الرملي الجيري القديم: Q1

وهي في الأصل رواسب شاطئية لفظها البحر البلايستوسيني، فتجمعت على طول الساحل فيما بين مستوى المد والجزر، وتتركب أساسا من حبيبات جيرية مستديرة الشكل التحمت ببعضها بواسطة مواد لاحمة، تحولت على إثرها إلى كتل صخرية متماسكة ومستديرة تتباين أحجام المواد التي تدخل في تركيبها، حيث تتدرج من الرمال الخشنة Coarse إلى الجراول (الحصباء) Gravels فالحصى Pebbles كما أنها تشتمل على جلاميد صخرية Boulders يعتقد بأنها تكوينات منقولة من المناطق المجاورة بحكم أنها تكونت في بيئة شاطئية تتميز مياهها بحركة قوية.

وتمثل هذه التكوينات الإطار الخارجي القديم لخط الساحل، بحيث تتمشى مع الشواطئ البحرية القديمة، وتتمثل في جبل فويرط والجساسية ومنطقة الغارية ورأس أم حصاه، وتمتد على شكل شريط ساحلي من رأس قرطاس على الساحل الشرقي حتى الطرف الشمالي لخور الذخيرة، يفصلها عن خط الساحل رواسب من الرمال والسبخات حديثة النشأة. وإلى الجنوب من الظعاين تمتد رواسب الحجر الرملي

الجيري بشكل متقطع حتى وادي البنات (شكل رقم ٢-٤)، ويوحي وجود مثل هذه الإرسابات عند مـصبات الأودية Wadi Mouths بين الخور والدوحـة، على انطباع نظام نهري في مراحل مبكرة من الفترة المطيرة فوق إرسابات الحجر الجيري الأقدم.

وإلى الجنوب من مسـيعيـد على طول القطاع الجنوبي الشرقي لساحل قطر تظهر هذه الرواسب في مواقع داخلية بعيدة عن خط الساحل In-Land Deposits، تفـصلهمـا إرسابـات أحدث تغطي منطقـة نقيـان قطر، ويدل ذلك على أن تلك الرواسب تعود إلى أصول بحرية كـان إرسابها سابقا لعمليـة ملء منطقة نجيان قطر بإرسابات الرمـال الكلسيـة والسبخـات والإرسابات الهـوائية (شكل رقم ٢-٧)، وهذا مـا يؤكد على أن خط الـساحل القطري قـد تطور خـلال فتـرات العصـور الجيولوجية القديمة، حيث تكون نتـيجة لذلك عدد من المدرجات البحرية Marine Terraces ما زالت شاهدا على ذلك.



شكل رقم (٢-٧)
قطاع تضاريسي جيولوجي لمنطقة نقيان قطر (الجنوب الشرقي)

٢- الرواسب الطينية والسلتية: Qsm

وترجع في أصلها إلى أنهـا تتكون من حبيبات دقـيقة ذات ملمس ناعم من الطين والغرين ألقت بها السـيول المائية في المناطق الحوضية المغلقـة والمنخفضات، ولا يزيد سمكها في أغلب الأحيان على مترين أو ثلاثة أمتار، وقد تماسكت ذراتها بعد أن تعرضت لعـمليات تجفيف أدت إلى فـقدانها لكل ما تحـمله من مياه. ولا تتركـز المنخفـضات والأحـواض المغلقة التي تفـترش أرضـيتهـا هذه الرواسب في النصف الشـمالي من قطر فـحسب، بل تتجـمع في الوسط، فضـلا عن العديد (وخاصـة المغلقة منها) المتـناثر منها في النصف الجنوبي، إضافة إلى ذلـك فإنها تغطي مناطق حوضيـة إلى الشرق من الكرعانة ومنطقة القـصيِّرة Al-Qusayyirah التي تشكل ثنية مقعرة، ومنطقة سودانـثيل حيث تختلط برواسب الرمال الهوائية، ويقودنا هذا إلى اعـتبارها أهم المناطق الزراعـية في قطر. ومن الجدير بالذكـر فإن توزع هذه الرواسب يرتبط ارتباطا وثيقا بالموقع الجغـرافي للمنخفضات والأحواض المغلقة أكثر من ارتباطه بنوعية هذه المنخفضات (راجع القطاعات الچيولوچية).

٣- رواسب السبخات: Qsb

تتكون رواسب السبخـات من رمال جيرية بحـرية دقـيقة الحبيبـات، تحتوي على أنواع عديدة من الحـفريات البـحرية، إضافـة إلى الرمال الجيـرية التي سفتـها الرياح من مجـموعة تكوينات الحسـا والهفوف، وأن الرواسب الجيريـة التي تحتوي على نسبة كبيرة من الكالسيت Calcite والأراجونايت Aragonite تتحـول على إثر تبخر المياه إلى صـخور من الدولومايت والجبس، كما تشتـمل على المتبخرات التي تتألف من الملح الصخري Halite (كلوريد الصوديوم الطبيعي)، والإنهيدرايت.

تتجـمع رواسب السبخـات في مناطق متـفرقة، إذ تصل في امـتدادها على الساحل الشرقـي إلى منطقة النجيان (النقـيان) الواقعة جنوب مسـيعيد، كـما أنها تنتشر في بعض المنـاطق الداخلية وخاصة إلى الشرق من حـدبة دخان، وهي بهذا تعتبـر جزءا من مقعر زكريت وتمثـلها سبخة دخان. فـضلا عن ذلك فإن رواسب السبخات توجد في أقصى جنوب قطر، حيث سبخات سـودانثيل وجوي السلامة والخفوس وخور العديد، وتشكل منطقة السبخات هذه قطاعا عرضيا يمتد من خور العديد في الشرق حتى خليج سلوى في الغـرب، فأحالت قطر إلى جزيرة، وهي



مناطق كانت حتى العصر الجيولوجي الحديث تتعرض لغزو المياه التي تنشأ عن حركة المد العالي (سيأتي ذكرها في الفصل الثالث).

٤- الرواسب الرملية الكلسية الحديثة: Qmcs

تتكون هذه الإرسابات من رمال منتظمة الشكل عامة، وهي في الغالب رمال دقيقة ناعمة، تحتوي على عناصر متآكلة من الأحجار الكلسية المستديرة، وبقايا حيوانات صدفية ومنخربات Foraminifera، علاوة على ذرات من الكوارتز. وترتبط ارتباطا وثيقا بالسواحل القطرية الحديثة. ويمكن القول أن هذه الرواسب تمتد على طول السواحل القطرية، فتبدأ من رأس ركن في أقصى الطرف الشمالي لشبه جزيرة قطر - على الساحل الشرقي - حتى خور العديد في أقصى الجنوب، وتغطي شريطا ساحليا ضيقا، وتختلط برواسب السبخات تارة ورواسب الحجر الجيري الرصيصي تارة أخرى، ويرتبط وجودها في منطقة سودانثيل بظاهرة طغيان مياه البحر التي حالت دون اتصال قطر آنذاك بالجزيرة العربية (ربما في البلايستوسين الأوسط).

أما فيما يتعلق بالساحل الغربي، فإنها تتناوب المواقع مع رواسب السبخات، وذلك ابتداء من قاعدة خليج سلوى باتجاه الشمال حتى خليج زكريت، وتظهر على طول سواحل دوحة الحصين، ويبدو أن هذه الرواسب قد عملت على التحام شبه جزيرة أم حيش التي تقع فيما بين النقيعة ورأس أم حيش بأراضي قطر، وربما تم ذلك بعد أن انحسرت مياه البحر «البلايستوسيني - الهولوسيني» عن تلك المنطقة مخلفة وراءها رواسب الرمال الكلسية الشاطئية الحديثة والسبخات. تستمر هذه التكوينات في تغطية المناطق الساحلية باتجاه الشمال (تشكل بعض الرؤوس الصخرية البحرية كرأس العريش) حتى بالظلوف، حيث تختفي لتظهر ثانية بالقرب من الرويس.

٥- الرواسب الرملية الهوائية: Qes

تتكون الرمال الهوائية من رواسب الجير السليكي المستديرة الشكل، كما تحتوي على ذرات من الكوارتز، ويدل وجودها على أن الرمال ذات الأصل البحري قد اختلطت بالرمال التي شكلتها الرياح بالرفرف العربي، إذ إن لها ارتباطا

مكانيا بالعوامل التكتونية التي شكلت كلا من سلسلة جبال زاجروس وعمان، وبفترات التوقف (شبه الثبات) التي كانت تفصل عمليات ارتفاع منسوب سطح البحر بمراحله المتعاقبة، فأضحت فيما بعد من أهم الظاهرات السطحية التي رسمت الصورة التضاريسية لقطر وبلدان الخليج العربي.

تغطي الرواسب الرملية الهوائية (**الأشكال ٢-٥، ٢-٦، ٢-٧**) ذات الأشكال الهلالية الجزء الجنوبي الشرقي من شبه جزيرة قطر، بينما ينتظم بعضها على هيئة نطاقات طولية الشكل تمتد في اتجاه عام من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي وذلك استجابة لاتجاه الرياح السائدة التي تهب على البلاد من الشمال الغربي، فيما تسود الجنوب الغربي من قطر فرشات رملية تمتد من منطقة العريق حتى روضة الفرس، وتبدو على شكل عروق وخيوط طولية تعكس أثر العوامل المختلفة التي ساهمت في تشكيلها (**راجع شكل ٢-١**)، وربما كان أحدها نظاما نهريا قديما (سيتضح ذلك عند دراستنا لأشكال السطح).

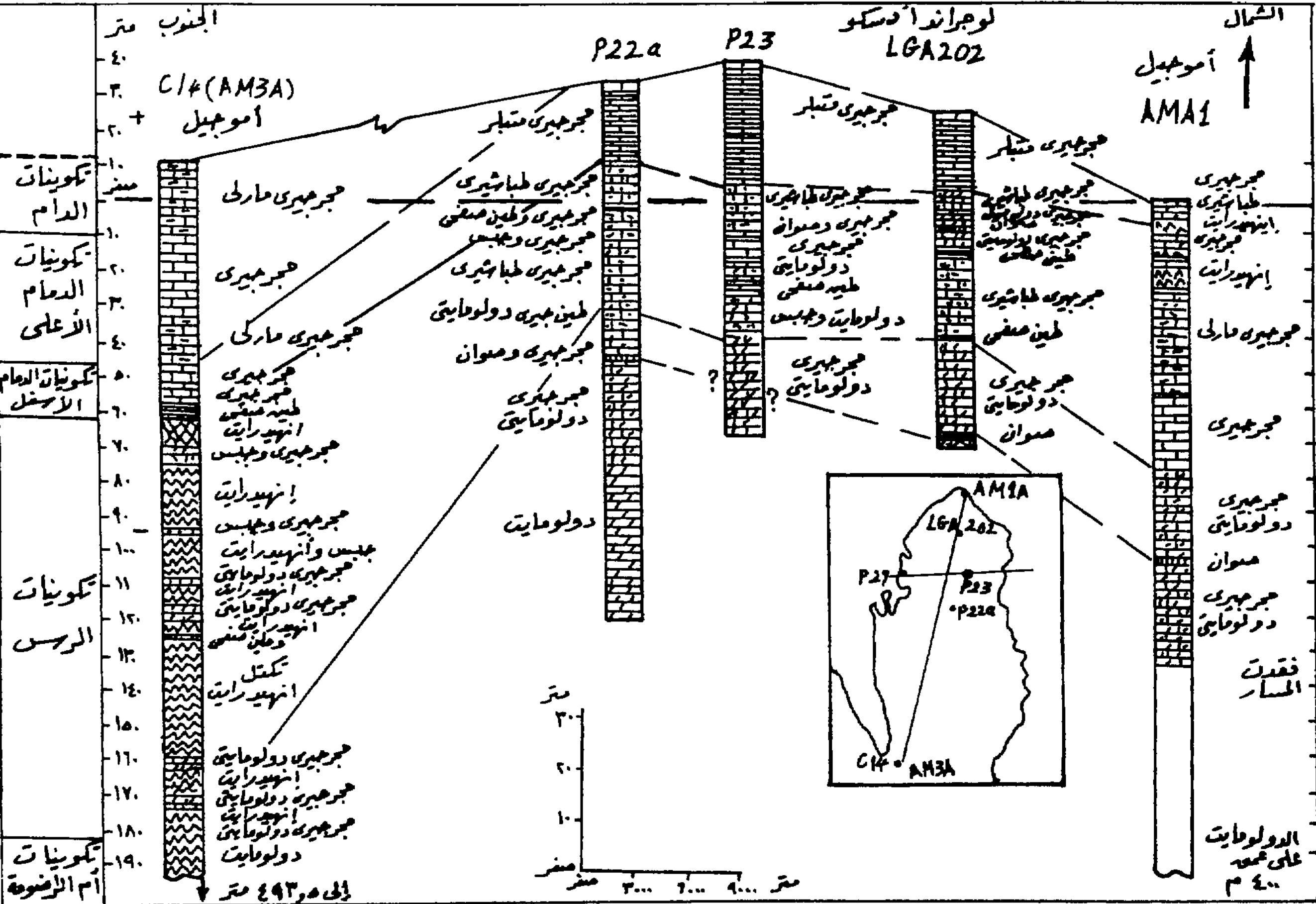
ثانيا: التتابع الطباقي للتكوينات وخصائصه: Stratigraphy

عالجت دراسة التكوينات الجيولوجية السطحية التوزيع الأفقي (المساحي) للصخور وخصائصها الليثولوجية، في حين نتعامل في المعالجة التالية مع التوزيع الرأسي لها، وستتم دراسته وفق النقاط الرئيسة التالية:

١- التعرف على سمك التتابعات وخصائصها، ومدى الاختلاف بين آفاقها وكيفيته.

٢- تتبع ظاهرات التخالف وعدم التوافق بمعرفة فترات التوقف والانقطاع في الترسيب، وظروف البيئة الترسيبية، ومدى استجابة التكوينات ومقاومتها لعمليات النحت والتعرية، وأثر ذلك على الظاهرات الجيومورفولوجية وأشكال السطح الأخرى.

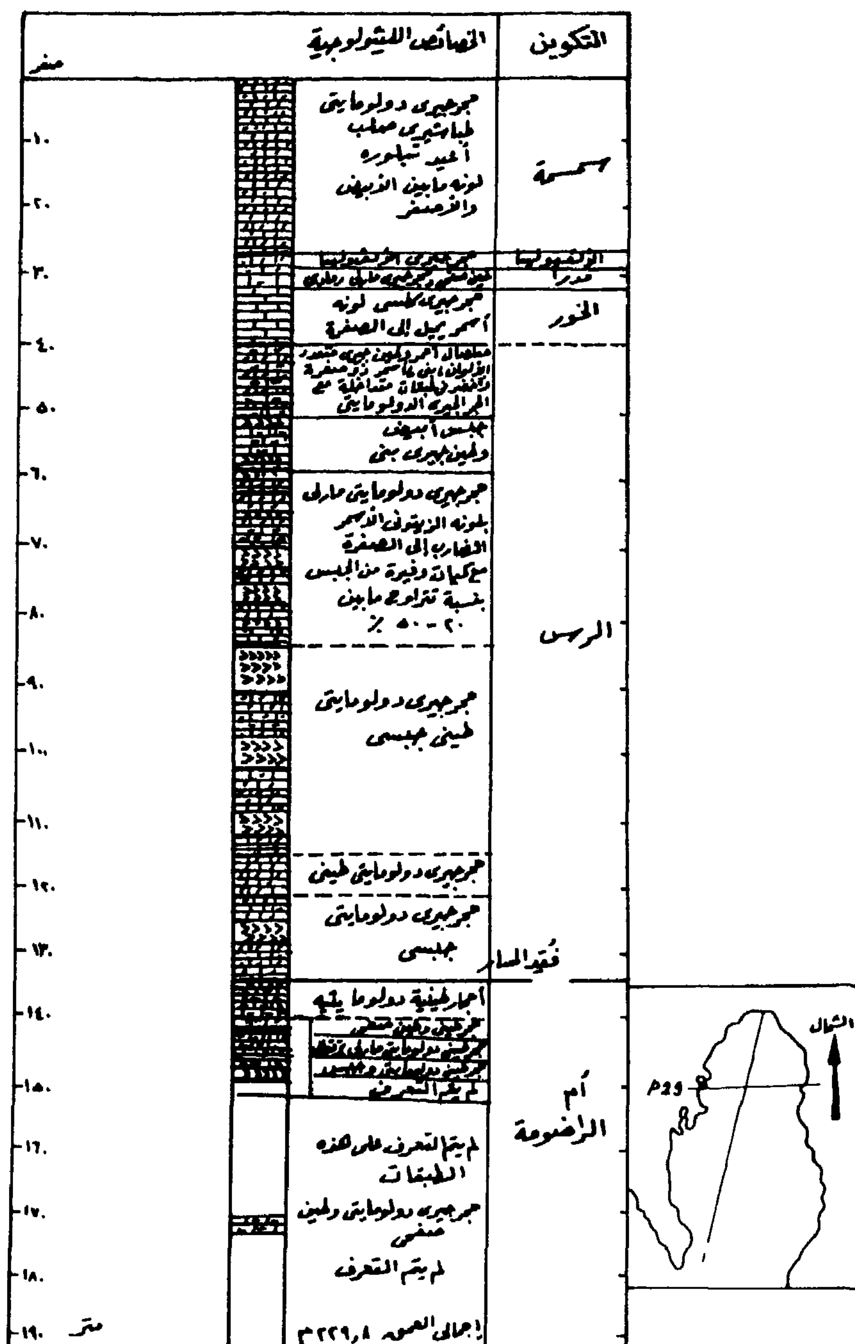
ولما كان المنكشف من التتابعات الإرسابية في شبه جزيرة قطر تمثله تكوينات الحقبين الثالث والرابع، فإن المعالجة ستركز على خصائص تتابعات هذين الحقبين مع بعض التجاوزات التي تفيد الدراسة أحيانا، وقد وردت القطاعات التي نحن بصدد دراستها في كتابات (كافيليه ١٩٧٠، وإكلستون وآخرون ١٩٨١، وحرحش ويوسف ١٩٨٥)، وهي كالتالي (**الشكلان ٢-٨أ، ب**):



شكل رقم (٢ - ٨ أ)

عن: إكلستون ١٩٨١ الشكل رقم ٤٨ ص ٢١/٣

قطاعات جيولوجية رأسية تمثل العلاقة بين الخصائص الإستراتجرافية والليثولوجية



(تابع) شكل رقم (٢ - ٨ ب)

قطاع جيولوجي رأسي (P29) يمثل العلاقة الإستراتجرافية الليثولوجية

(أ) قطاع چيولوچي رأسي p29b، ويقع على الساحل الشمالي الغربي إلى الشمال من روضة سعد، ويتفق مع خط عرض (٠ ٤َ ٢٥ْ) شمالا (عن إكلستون ١٩٨١).

(ب) قطاع چيولوچي رأسي C14 AM 3A، ويقع إلى الجنوب الغربي من مركز أبو سمرة (عن أموجيل AMOJIL ١٩٦٣).

(جـ) قطاع چيولوچي رأسي LGA 202، ويقع في وسط شمال قطر (عن لوجراند أدسكو LoGRAND ADSCO ١٩٥٩.

(د) قطاع چيولوچي رأسي مستخلص عن بارستونز PARSONS.

(هـ) قطاع چيولوچي رأسي P22a، ويقع إلى الشمال الغربي من الدوحة في منطقة الصخور المنكشفة من تكوينات الرس (عن إكلستون ١٩٨١).

(و) قطاع چيولوچي رأسي P23، ويقع إلى الشمال من القطاع السابق، ويتفق مع خط عرض مدينة الخور (عن إكلستون ١٩٨١).

(ز) قطاعات چيولوچية رأسية لمنطقة دخان والجزء الجنوبي الغربي لقطر (شكل رقم ٢-٩)، (عن كافيليه ١٩٧٠).

١- ملاحظات عامة على القطاعات الچيولوچية:

ومن القطاعات الچيولوچية نستخلص التالي:

تنتمي التتابعات الإرسابية في قطر إلى دورتين (عصرين) Two Periods هما عصر الباليوجين Paleogene، وعصر النيوجين Neogene.

(أ) تنتسب إلى عصر الباليوجين مجموعة الحسا التي تنقسم إلى ثلاثة تكوينات، وهي من الأقدم إلى الأحدث: تكوينات أم الراضومة، تكوينات الرس، تكوينات الدمام.

فتكوينات أم الراضومة: Umm er Rhaduma ليس لها وجود سطحي في قطر، ولكنها اعتبرت قاعدة لكل القطاعات الچيولوچية الرأسية، فهي - عدا قطاعات كافيليه - تتوضع بشكل شبه متوافق فوق تكوينات العرمة The

(ا) قطاع جيولوجي رأسي لتكوين الدمام الأعلى
(جنوب بير زكريت)

- ١- دولوميت رمادي مشرب بالصفرة .
- ٢- " " بني .
- ٣- " صلصالي رمادي .
- ٤- " " أبيض .
- ٥- " " رمادي إلى أصفر .
- ٦- حجر جيري دولوميتي (بني إلى أصفر) .
- ٧- " " طباشيري (أبيض إلى بني) .

الدمام الأعلى (الطبقات العليا)
المرو الطيني الجيري الدولوميتي عضو أبروق
حجر جيري دولوميتي عضو أبروق
طين جيري دولوميتي عضو أبروق
الحجر الجيري والدولوميت عضو سمسمة

متر ١٤ ، ١٠ ، ٥ ، صفر

(ب) قطاع جيولوجي رأسي لتكوين الرس والدمام في منطقة دخان (موقع الفحيحيل)

الدمام الأعلى (الطبقات السفلى)
الدمام الأسفل
تكوين الرس
الحجر الجيري والدولوميت عضو سمسمة
حجر جيري الأرتشيولينا (منطقة دخان)
طين ميدا الصفحي
حجر جيري الفيلاتس (الفحيحيل)
حجر جيري الخور

متر ٤٠ ، ٣٥ ، ٣٠ ، ٢٥ ، ٢٠ ، ١٥ ، ١٠ ، ٥ ، صفر

- حجر جيري طباشيري أبيض، متبلور، متماسك.
- حجر جيري أبيض وأصفر، لين.
- حجر جيري أبيض، سهل التفتت، لين جداً.
- حجر جيري صلصالي أبيض وأصفر، لين.
- حجر جيري طباشيري صلصالي أبيض وأصفر متبلور، متماسك.
- حجر جيري أبيض وأصفر، شبيبي، لين.
- حجر جيري مسامي رمادي، متماسك، صلب.
- طين صفحي بني وأخضر.
- -- كتل من السليكا (مخروطية) . ++ كوارتز (سكر متبلر) . .. حديد .

عن: كاتيلية ١٩٧٠

شكل رقم (٢-٩ ا)

قطاعات جيولوجية رأسية لمنطقة دخان والجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر

(د) قطاع جيولوجي لتكوين الدمام الأعلى والأسفل (شمال شرق قرن أبو وائل)

طبقات رقيقة من حصى تكوين الهفوف

التكوين الثانوي للدمام الأعلى

التكوين الثانوي للدمام الأسفل

الإيوسين

متر

٧٠ — ٦٠ — ٥٠ — ٤٠ — ٣٠ — ٢٠ — ١٠ — صفر

(جـ) قطاع جيولوجي رأسي لتكوين الدمام (الجانب الشرقي لحزم المسحبية)

بقايا حصى لتكوين الهفوف

التكوين الثانوي للدمام الأعلى

التكوين الثانوي للدمام الأوسط

الإيوسين

- حجر جيري صلصالي أبيض وأخضر، متماسك، لين.
- صلصال أخضر وأحمر (الطين الجيري Marl).
- حجر جيري أبيض وبني، متبلور ومتماسك (الإيوسين).
- حجر جيري أبيض وبني، خشن.
- " " مشرب بالصفرة، حبيبي أو رملي.
- " " وأخضر، متبلور ومتماسك.
- +++ رمل كوارتزي.
- - - - حصى الجمعان.
- .... حفريات كلسية.
- ○○ تركيب حبيبي.
- ٨٨٨ حفر.
- طبقات مائلة

عن: كافيليه ١٩٧٠

شكل رقم (٢ - ٩ ب)

قطاعات جيولوجية رأسية لمنطقة دخان والجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر

Aruma، وقد أجمعت الآراء على أن سمك هذا التكوين في منطقة جبل دخان، وفي وسط وشمال قطر، وحتى في المناطق البعيدة عن الشاطئ (عرض البحر) يزيد على (٣٠٠) م، وهذا ما يجعلنا نبدي ملاحظة هامة وهي أن عصر الباليوجين شهد غمرا بحريا رئيسا امتد ليشمل إضافة إلى الخليج العربي منطقة شرق البحر المتوسط.

يغلب على هذه التكوينات الدولومايت المتباين في صلابته: المتميز بشقوقه Fractured، المحتوي على أحزمة Bands من الصوان، وتداخلات Intercalations من الحجر الجيري والصلصال، وتدل الحياة الحيوانية المجهرية بأن القسم الأسفل من تكوين أم الراضومة يعود إلى حين الباليوسين Epoch، بينما يرجع القسم الأعلى للإيوسين الأدنى، وهي الفترة التي كان خليج سلوى يتعرض خلالها لحركة هبوط بطيئة، ومع ذلك استمر المعبر الرئيس الذي تنتقل عبره كميات معقولة من المواد الطينية، وتشير الدلائل الليثولوجية إلى احتمال ارتباط توزيع السحنات الإرسابية الخاصة بتكوين أم الراضومة بالخاصية البنيوية Structural Character لشبه جزيرة قطر.

أما تكوينات الرس التي تغطي تتابعات أم الراضومة بشكل فجائي في مناطق كثيرة، فتتميز باختفاء الحياة الحيوانية البحرية من ناحية، وبتغير السحنات الإرسابية من ناحية ثانية، هذا التغير قدَّم دليلا على وجود فترة توقف وانقطاع في الترسيب، أو أحْدَثَ فجوة Hiatus يبدو أنها ترتبط بحركة رفع تكتونية، تأثرت بها - بدرجة كبيرة - المناطق ذات البنية الموجبة، إذ يشير توزيع السحنات الإرسابية أن سمك تكوينات الرس يتناقص في مناطق البنية الموجبة، ويتزايد في مناطق البنية السالبة، ويعني هذا التباين أن البيئة الترسيبية في الأولى (الموجبة) تميزها مياه دافئة ضحلة وصافية، أدت إلى تراكم طبقات إرسابية رقيقة، في حين تميزت البيئة الثانية (السالبة) بأحجارها الجيرية النقية، وبإرساباتها الدوامية السميكة من المتبخرات، ولعل سمك الطبقات الإرسابية يوحي بتزامن حركة الهبوط مع فترة الإرساب.

وقد أشار إكلستون (Eccleston et al., 1981, p 3/27) إلى أن تكوين الرس تمثله سحنتان Two Faces (خريطة رقم ٢-١٠)، السحنة الأولى: من

عن الكسترى ١٩٨١ ص ٢٧٣

سحنات الكبريتيات

سحنات الكربونات

الجدار الجرفى الممثل لحد إزالة الإيفابورايت

ما قبل الإزالة

محاور الطيات المحدبة

شكل رقم (٢ - ١٠)

خريطة توزيع السحنات الإرسابية فى شبه جزيرة قطر والبحرين والساحل الشرقى للعربية السعودية

الكبريتات، وهي قسمـان: جبسية (كبريتات الكالسـيوم المائية)، وطينية (سليكات الألومنيوم)، والسحنة الثانية: كربونية (جيرية)، وهي على النقيض من تكوين أم الراضومـة تنكشف على السطح في مواقع أهمـها وأكثـرها وضوحا إلى الشـمال الغربي مـن الدوحة، وعلى طول حـدبة دخان (خريطة ٢-١)، وقوامـها الحـجر الجيري الدولوميتي الطباشيري.

تعود تـكوينات الدمام إلى الإيوسين الأدنى والأوسط، وتغطـي طبقاتـها - على مـا يبـدو - تكوينات الرس في تتـابعـات تنم عن اسـتـمـرار لا انقطاع في الترسـيب، ولكنها تثير الاهتـمام بعودتها لظروف بحـرية أكثر استـقرارا، وأوسع انتشارا، مع استمـرار البيئة البحرية الضحلة التي تميزهـا الأحجار الجيرية، والطين الجـيري، والطين الصـفحي الأتـابولوجايتي المحـتوي عـلى عقـيدات فـوسفـات Phsophate Nodules، وينقسم هذا التكوين إلى قـسمين: **القسم السفلي**: ويمثله الدمام الأسـفل، وينتشـر في مناطق محـدودة لصيقـة بتكوينات الرس، وليس له وجود في شـمال وشـمال شرق قطر وخـاصة في مـواقع الطيات المحدبـة بسبب نهوضها، وانحسار مياه البحر عنها، أما **القسم العلوي**: فيفتقر كما ذكر إكلستون (Eccleston, 1981, P 3/38) إلى التحديد الواضـح، إلا أن عضو سمسـمه الممثل الرئيس من بين عضوين، يشكل أكثر من (٨٠٪) من الصخور السطحية الصلبة في قطر، وخاصـة الوحدة الوسطى الأساسيـة من هذا العضو التي تتألف مـن الحجر الجيري المدلمت Dolomitized بدرجة عاليـة، وكثيرا ما يوجـد الصوان على شكل عقيدات مع الطباشير والصلصال الذي يملأ الفراغات والشقوق.

وقد تحـاشى كافيليـه - كغيـره من الجيـولوچيين - اعتمـاد الحجر الجـيري الطباشيـري عضو سمسـه كسحنة إرسابية أصلـية، وما الدلومايت إلا نتاج التـغير الذي حدث قـبل عملية الترسـيب، فالقشـرة الصلبة Duri-Crust المغلفة للحـجر الجيري الطباشيري عضـو سمسمه يمكن أن تكون قد تشكلت Occured أثناء حقب الأوليجوسين، مثلما انبعث الدولومايت من تحت مكاشف الطبقات الحالية لتكوين الدام؛ لأن عمليات تفكـك الصخر وتحلله Weathering في ظل الأحوال المناخية السائدة في قطر، والخصائص الليثولوجية للصخور، ينشّط من فعلها، ويسهّل من مهمتـها، فالتربة الصحراويـة المسامية Spongy (الاسفنجيـة) المشوبة بلون الحديد

Iron Staining - على سبيل المثـال - يمكن أن تفسر لنا Show مدى إعادة انطباع Reimposition السطوح التـحاتية حـديثة النشأة حـيثـما تنكشف تكوينات عـضو سمسمه فوق سطح الأوليجـوسين الذي تشكل من قبل، شأنها في ذلك شأن نشأة سطح تحاتي حديث أينما تظهر تكوينات الرس.

(ب) من الملاحظ أن عـصر البالـيوجين شهـد في نهايتـه (الإيوسين الأعلى والأوليجوسين) فجوة توقفت في أثنائها عمليات الترسيب، فسادت عمليات الدلمتة (التـحـول إلى دولومايت) ونـشطت عمـليات النحـت والإزالة، وتكوين سطوح التحات، في حين كانت بـداية عصر النيوجين Neogene تمثل نقلة في الترسيب، وتغـيرا في أنواع الرواسب وبيـئاتـها التـرسـيبيـة، فبـعد غـمر بحـري Marine Transgression ترسبت تتابعات من الحجر الجيري المدلمت، وطبقات من الصلصال (الدام الأسفل - الميوسين الأدنى) فـوق تتابعات الإيوسين الأوسط بلا توافق، في حين تميزت تـتابعات الدام الأعلى (المـيوسين الأعلى) بحيـوانات بحيـرية شاطئـية Lagoonal Fauna، وتداخـلات رمليـة، وهي ملامح إرسـابيـة تدل على تراجع وانحسـار بحري أثنـاء عملية الـترسيب، وتـشير إلى أنهـا أقل الرواسب تعـرضا لعمليات التفكك والتحلل مقارنة بما يتوضع تحتها من تكوينات الدمام الأعلى.

في نهاية الميـوسين توقفت عملية ترسـيب الطبقات المتوافقـة المنتظمة، ذات الانتشـار الواسع، وسادت ظروف مناخـية رطبة انتـقلت نطاقاتهـا نحو الجنوب، فنشأت من جراء الأمطار الغزيرة أنظمة نهـرية ساهمت في نحت ونقل كميات من الصلصال الرملي والرمال الخشنة والحجر الرملي والحصى Pebbles بأنواعه المختلفة من منطقة الدرع العربي إلى شبه جزيرة قطـر، ويمثلها تكوين الهفوف المتواجد في منطقة الطوارات (وسط جنوب، وجنوب غرب قطر).

ومن الواضح أن القطاعات الجـيولوجية الرأسـية لم تتضـمن أية إشارة إلى الإرسابات السطحـية، وإنما اكتفت في بعـضها إلى التركـيز على تتابعات إرسـابية تنتمي إلى تكوين أو عضو معين، كـما فعل كافيليه (شكل رقم ٢-١٩أ) في قطاعه الذي اشـتمل فـقط على عـضو أبروق المـمثل للجـزء الأعلى من الدمـام الأعلى (جنوب بير زكريت)، وتناولت في بعضهـا الآخر التعاقب الرأسي للتكوينات بدءا

من أم الراضومة وانتهاء بالدام الأعلى مع عدم إغفالها تكوينات الرس والدمام **(قطاعات شكل رقم ٢-٨أ، ب)** (Eccleston, 1981, p 3/21).

٢- خصائص القطاعات الچيولوچية الرأسية وسمك تتابعاتها:

يختلف سمك التتابعات الإرسابية، وتتفاوت في مكوناتها، وفي خصائصها، وقد تم استخراج سمك التتابعات وجدولتها كالتالي:

جدول رقم (٢-١)

سمك التكوينات الصخرية الرئيسية (متر)* ونسبها المئوية مقارنة بالمجموع الكلي

المصدر	المجموعات	مجموعة الحسا (الباليوجين)				مجموع ما بعد الدام (النيوجين)				المجموع الكلي
	السنة	أم الراضومة		الدمام **		الدام		الحديثة		
		السمك	٪	السمك	٪	السمك	٪	السمك	٪	
لوجراند أدسكو	١٩٥٩	-	-	١٠٥	٦١,٤	٢٨	١٦,٤	٣٨	٢٢,٢	١٧١
بارسونز Parsons	١٩٦٢	٣٠٠	٦٢,٢	١٣١	٢٧,١	٦,٦	١,٤	٤٥	٩,٣	٤٨٢,٦
أموجيل Amojil	١٩٦٣	٣٧٠	٦٦,٧	١٦٥	٢٩,٧	٢٠	٣,٦	-	-	٥٥٥
كافيليه Cavelier	١٩٧٠	٣٠٠	٤٩,٢	١٨٦	٣٠,٥	٩٠	١٤,٧	٣٤	٥,٦	٦١٠
إكلستون وآخرون	١٩٨١	٥٠٠	٦٢	١٩٧	٢٤,٤	٩٠	١١,٢	٢٠	٢,٤	٨٠٧

* تمثل هذه القيم الحد الأقصى لسمك الطبقات.
** تضم تكوينات الدمام التتابعات التي تشكلت في حين Epoch الإيوسين.

من **(الجدول رقم ٢-١)** و **(الأشكال ٢-٨ أ، ب، ٢-٩)** نستخلص الخصائص التالية:

(أ) يهدف هذا التقسيم إلى مجموعتين (الباليوجين والنيوجين)، إلى إبراز جانبين: يركز **الجانب الأول** على حقيقة الفجوة Gap التي حدثت بين نهاية الباليوجين (الإيوسين الأعلى والأوليجوسين) وبداية النيوجين (الميوسين الأسفل)، حيث توقفت عملية الترسيب نتيجة الحركات التكتونية الرافعة والضاغطة، وما تمخض عنها من انكشاف التكوينات الصخرية وتعرضها لفعل العوامل الخارجية

كتشكيل سطوح تحاتية، وتغير في الخصائص كالدلمتة والتبلور أو إعادة التبلور، بينما يشير الجانب الثاني إلى ظروف البيئة الترسيبية، وإلى التغير في السحنات الإرسابية وخصائصها الليثولوجية، وهما في النهاية (أعني الجانبين) يفصحان عن تخالف في التركيب البنائي - رغم التشابه في النوع - للتتابعات الصخرية المتمثلة في ظاهرة عدم التوافق Disconformity.

(ب) من الواضح أن سمك التتابعات في مختلف التكوينات ليس من الضخامة بحيث يمكن مقارنته مع سمك الوحدات الصخرية في منطقة جبال عمان - على سبيل المثال - أو حتى في المملكة العربية السعودية، فمجموعة أم الراضومة في السعودية مثلا يبلغ سمكها في حدود (٧٠٠) م، في حين أنها لا تزيد وفق قطاع إكلستون على (٥٠٠) م، وهي في اعتقادي ميزة تعكس خصائص البيئة البحرية الضحلة، وتنبئ عن قصر فترة الترسيب في قطر، بخلاف عمقها وطول فترتها في مناطق المقارنة.

(جـ) يبدو أن تكوينات أم الراضومة - مهما تباينت قيمها - أعظم سمكا من التكوينات الأخرى، ويعزى هذا التباين - من جانب - إلى عملية اختيار مواقع القطاعات الجيولوجية الرأسية، وأن بداية عصر الباليوجين الذي أرسبت في أثنائه تكوينات أم الراضومة (في الباليوسين) تعتبر - من جانب آخر - إحدى الفترات الرئيسة لطغيان البحر، أو أن إرساباتها ترتبط - من جانب ثالث - بمناطق الطيات الصغيرة Minor الواقعة على طول المحور الشمالي للمصدر، مما نتج عنه - محليا وإقليميا - اختلاف في سمك الطبقات وحتى في النوعية والخصائص.

(د) يعكس التباين الصريح في سمك القطاعات الجيولوجية الرأسية كذلك، مصدر الراسب، وخطوط اتجاهاته، فمصدر الراسب على ما يبدو كتلة الدرع العربي، واتجاه حركته نحو الشرق والشمال الشرقي، وخاصة المناطق الهابطة Subsiding، ومثالها المنطقة الهابطة بين قبة قطر Periciline وحدبة دخان Anticiline، وفي خليج سلوى كذلك.

(هـ) تشكل تتابعات الدمام (باستثناء ما يخص لوجراند أدسكو) مقارنة بسمك القطاع الجيولوجي الرأسي الذي ينتسب إليه نسبة تتراوح ما بين (٢٥-٣٠٪)

من المجموع الكلي، ومنها تتناقص نسب التكوينات صعودا مع القطاع نحو القمة، وتتزايد هبوطا معه نحو القاعدة، يشذ عنها قطاع بارسونز، لذا نستعين بقطاعي كافيليه وإكلستون، فنلاحظ أن فروقات التزايد في قطاع «كافيليه» لا تتعدى نسبتها (١٨,٧٪) في حين تصل في قطاع «إكلستون» إلى (٣٧,٦٪)، ولعل هذه الفروقات توحي لنا بأن الهدف الرئيسي من دراسة إكلستون ينصب على البحث عن عدسات إضافية للمياه الجوفية والتي يبدو أنها تتجمع - حسب خصائص التكوين الليثولوچية - بالإضافة إلى تكوين الرس في تكوين أم الراضومة، كما هو الحال في قطاع أموجيل، فكان لابد من التعمق في عمليات الحفر للوصول إلى خزانات المياه الجوفية عبر أكبر سمك لها، أما فروقات التناقص في سمك القطاعين فتتراوح ما بين (١٥,٨٪، ٩,١٪) في قطاع «كافيليه» (بين الدمام والدام، وبين الدام والحديثة)، وما بين (١٣,٢٪، ٨,٨٪) في قطاع «إكلستون»، وهي فروقات تبدو متقاربة لتطابق بعض القيم وخاصة تكوينات الدام.

(و) يلاحظ أن قطاعات «كافيليه وإكلستون» تمثل أعظم القطاعات الچيولوچية الرأسية سمكا، وهي مع قطاع «بارسونز» أكثر القطاعات تمثيلا للتكوينات الصخرية، ورغم أن قطاع «أموجيل» يحتل المرتبة الثالثة، إلا أنه يفتقر إلى سمك الإرسابات الحديثة، علما بأن قيم هذا السمك تم استخلاصها من بعض الجداول والتقارير المتوافرة.

يبدو أن هذا التحليل يعطي انطباعا عاما، وتعميما لخصائص سمك التكوينات الصخرية، بيد أن الدراسة التفصيلية له تعطي تصورا أكثر بُعدا لخصائص التتابعات من جانب، ولخصائص المنطقة التي تتمثل فيها هذه التتابعات من جانب آخر، والجدول التالي يرصد هذه الخصائص:

جدول رقم (٢-٢)

خصائص سمك الأعضاء الصخرية ضمن التتابع الطباقي (متر)

من الأقدم إلى الأحدث

المصدر / التكوين أو العضو	لوجراند أدسكو		بارسونز		أموجيل		كافيليه		إكلستون	
	السمك	٪	السمك	٪	السمك	٪	السمك	٪	السمك	٪
أم الراضومة	-	-	٣٠٠	٦٢,٢	٣٧٠	٦٦,٧	٣٠٠	٤٩,٢	٥٠٠	٦٢
طباشير ومتبخرات الرس	٥٥	٣٢,١	٨٠	١٦,٦	١١٣	٢٠,٤	١١٢	١٨,٤	١٢٠	١٤,٩
طين مدرا الصفحي	٣	١,٨	٣	٠,٦	٣	٠,٥	١٠	١,٦	١٠	١,٣
حجر جير الألفيولينا	١	٠,٦	٢	٠,٤	٥	٠,٩	١	٠,٢	١	٠,١
حجر جير ودولومايت سمسمه	٣٣	١٩,٣	٣٣	٦,٨	٨	١,٤	٥٠	٨,٢	٣٠	٣,٧
طبقات أبروق	١٣	٧,٦	١٣	٢,٧	٣٦	٦,٥	١٣	٢,١	٣٥	٤,٣
المجموع	١٠٥	٦١,٤	٤٣١	٨٩,٣	٥٣٥	٩٦,٤	٤٨٦	٧٩,٧	٦٩٦	٨٦,٣
حجر جير وصلصال الدام الأسفل	١١	٦,٤	-	-	-	-	٣٠	٤,٩	٣٠	٣,٧
حجر جير وصلصال الدام الأعلى	١٧	٩,٩	٠,٦	٠,١	٢٠	٣,٦	٥٠	٨,٢	٥٠	٦,٢
كسر الحجر الجيري وحصى المجمعات (تكوين الهفوف)	-	-	٦	١,٣	-	-	١٠	١,٦	١٠	١,٣
إرسابات الشواطئ البحرية	٢٠	١١,٧	٢٤	٥	-	-	٢٢	٣,٦	٢٠	٢,٥
وحل المنخفضات	٣	١,٨	٣	٠,٦	-	-	٣	٠,٥	-	-
رواسب السبخات	١٥	٨,٨	١٥	٣,١	-	-	٦	١	-	-
الرمال الهوائية	-	-	٣	٠,٦	-	-	٣	٠,٥	-	-
المجموع	٦٦	٣٨,٦	٥١,٦	١٠,٧	٢٠	٣,٦	١٢٤	٢٠,٣	١١٠	١٣,٧
المجموع الكلى	١٧١	١٠٠	٤٨٢,٦	١٠٠	٥٥٥	١٠٠	٦١٠	١٠٠	٨٠٧	١٠٠

نستخلص من (الجدول رقم ٢-٢) و (الشكلان ٢-٨ أ، ب، ٢-٩) الحقائق التالية:

(أ) يبدو واضحا أن سمك تتابعات مجموعة الحسا (الباليوجين) وفق مصادرها يشكل نسبا تتراوح ما بين (٦١,٤٪) لأقلها (قطاع لوجراند أدسكو)، (٩٦,٤٪) لأكثرها سمكا (أموجيل)، وبمقارنة مماثلة لمجموعة النيوجين يتبين العكس تماما، (مع ملاحظة أن المجموع الكلي يمثل المقام الذي تم على أساسه استخراج النسب لكل قيمة من قيم السمك)، ويعزى هذا التفاوت إلى غياب تقديرات السمك الخاصة بالإرسابات الحديثة لبعض القطاعات (أموجيل) و(إكلستون).

(ب) إذا أعدنا تصنيف الأعضاء الصخرية حسب سماكة القطاع الجيولوجي الرأسي - بغض النظر عن التتابع الزمني وتكوينات أم الراضومة - فسنلاحظ أن طباشير ومتبخرات الرس العائدة للإيوسين الأسفل والمنتمية لمجموعة الحسا (الباليوجين) والممثلة لقاعدتها، تتربع على قمة السُّلَّم الجيولوجي، حيث تتراوح نسبها ما بين (٣٢,١٪، ١٦,٦٪، ٢٠,٤٪، ١٨,٤٪، ١٤,٩٪) على التوالي، بينما يأتي عضو حجر جير الألفيولينا عند قاعدة السُّلَّم الجيولوجي، ويعني ذلك مدى تمثيل القطاعات - من جانب - لمناطق انتشار عضو طباشير ومتبخرات الرس، وقربها - من جانب آخر - من رقعة المصدر وخطوط اتجاهات الراسب، علاوة على أن المتبخرات تميزت بسماكة طبقاتها، نتيجة توضعها في مناطق بنيوية سالبة، تلك المناطق التي تزامنت في هبوطها مع عملية ترسيب المتبخرات، فكانت المحصلة التزايد في إرسابات هذا العضو بحيث انعكس إيجابا على سمك القطاعات الجيولوجية.

(جـ) يمثل المجموع الكلي لسمك قطاع لوجراند أدسكو أدنى قيمة مقارنة بالقطاعات الأخرى، إذ تتراوح نسبته حسب الترتيب الأفقي للجداول ما بين (٣٥,٤٪، ٣٠,٨٪، ٢٨٪، ٢١,٢٪) على التوالي، ولهذا التباين تفسير ينحصر في أن قطاع لوجراند أدسكو الذي يمثل التتابعات الرأسية في وسط القسم الشمالي من قطر لم يشتمل على تكوينات أم الراضومة، فلو طرحنا قيم تكوين أم الراضومة من القطاعات الأخرى جانبا، لتبين لنا أن نسب عضو طباشير ومتبخرات الرس تكون كالتالي:

القطاع	لوجراند ادسكو	بارسونز	أموجيل	كافيليه	إكلستون
النسبة	٣٢,١٪	٤٣,٨٪	٦١,١٪	٣٦,١٪	٣٩,١٪

فنسبة قطاع أموجيل من طباشير ومتبخرات الرس (٦١,١٪) تفوق بقية القطاعات، في حين تراجعت النسبة في قطاع لوجراندأدسكو إلى المرتبة الرابعة بعد أن كانت تحتل حسب الجدول المرتبة الأولى، وتعليقنا على ذلك يكمن في أن قطاع أموجيل تم اختياره في منطقة قرن أبو وائل الواقعة إلى الجنوب الشرقي من مركز أبو سمرة، وهي منطقة هابطة ساهمت في تزايد سمك هذه التتابعات من ناحية، وقللت من فرص الإذابة والتحلل التي نشطت في القسمين الأوسط والشمالي من شبه جزيرة قطر من ناحية أخرى .. ومن القطاعات الجيولوجية

(د) يلاحظ أن التتابعات الإرسابية في النصف الشمالي الشرقي من شبه الجزيرة تحتوي على آفاق سيليكية تبدو على هيئة صوان، وحجر جيري أو دولومايت متسلكت Silicified (وجود السيليكا كمادة لاحمة)، في حين تخلو كل القطاعات الممثلة للقسم الشمالي الغربي والجنوبي الغربي من هذه التداخلات التي يغلب عليها النوع الطباشيري والطين والمتبخرات، وستتضح أهمية هذا التوزيع عند دراستنا للخصائص الجيومورفولوجية، وسطوح التحات من خلال القمم المغلقة.

(هـ) تؤكد على تفوق سمك تتابعات أم الراضومة، التي لا تنكشف على السطح، وهي مؤشرات لما تميزت به البيئة الترسيبية في أثناء الباليوجين من غمر بحري لمنطقة الخليج العربي.

(و) يتبين أن (C14 AM3A) لاتسيطر عليه تكوينات الرس فحسب، بل ينفرد دون القطاعات الأخرى بتزايد التتابعات الإرسابية من الجبس والأنهيدرايت (المتبخرات) ضمن تكوين الرس، حيث تشغل بالنسبة لسمك القطاع حوالي (٥٩,٣٪)، في حين يغلب الحجر الجيري الدولومايتي أو الحجر الجيري الطباشيري مع الطين الصفحي أو الطين الجيري على سمك القطاعات الأخرى.

(ز) يبدو واضحا أن الحجر الجيري الذي ينكشف على السطح تعرض لعملية تبلور نتيجة تأثره بالعوامل الخارجية وتفاعله السريع معها، إلا أن سمك

تتابعاته تتفاوت ما بين (٢٥) م في قطاع P22a، (٣٦,٧) م في قطاع P23، (٢٣,٣) م في قطاع LGA202.

(ح) يتضح أن عضو سمسمة من الحجر الجيري والدولومايت يشكل نسبة من التتابعات الجيولوچية لا تقل أهمية عن طباشير ومتبخرات الرس، فلو تجاهلنا قيم تكوين أم الراضومة في كل قطاع چيولوچي، فإن سمك عضو سمسمة يشغل النسب التالية:

القطاع	لوجراند أدسكو	بارسونز	أموجيل	كافيليه	إكلستون
النسبة	٪١٩,٣	٪١٨,١	٪٤,٣	٪١٦,١	٪٩,٨

وبناء عليه فإن النسب تشير إلى أن قطاع أموجيل الذي سيطر على سمك تتابعاته طباشير ومتبخرات الرس، فاحتل من خلالها المرتبة الأولى، تراجع إلى المؤخرة عندما وضعنا في الاعتبار عضو سمسمه (٤,٣٪)، ليحل مكانه قطاع **لوجراند أدسكو** بنسبة (١٩,١٪)، ويعني هذا أن قطاع لوجراند أدسكو يمثل موقع تتابعات عضو سمسمه المنتشرة في الجزء الشمالي الشرقي لشبه جزيرة قطر.

٣- ظاهرات التخالف وعدم التوافق:

تتميز التتابعات الإرسابية في بعضها بالتواتر في عملية الترسيب، وينطبع البعض الآخر عند مستويات معينة - يفصل بين المجموعات أو حتى بين التكوينات أو آفاق التكوين الواحد - بانقطاع في التواتر الترسيبي، من هنا يظهر لنا جانبان هامان، يشير **الجانب الأول**: إلى ظاهرة التخالف Disconformity بين مجموعتين صخريتين تتكونان من صخور رسوبية، يفصل بينهما سطح تحاتي قديم، بمعنى وجود فاصل زمني بين المجموعتين، ويفصح **الجانب الثاني**: عن بعض ظاهرات عدم التوافق بين مستويات الآفاق الجيولوچية للتكوينات أو الأعضاء الصخرية أو حتى ضمن العضو الواحد، وفيما يلي نعرض لأهم ظاهرات التخالف وعدم التوافق والتغير في أنماط الترسيب ونوعية الرواسب، نستخلصها من **القطاعات**:

(أ) لعلنا نشير بداية إلى أن القطاعات الجيولوچية الرأسية والجداول التخطيطية الملخصة لتاريخ قطر الجيولوچي تبرز بعض سطوح التخالف وعدم

التوافق الممثلة لتغيرات مزدوجة فجائية وحادة، تميزها ظاهرتان: **الظاهرة الأولى**: تَعَرُّض الرواسب التي كانت تغطي سطح قطر في نهاية الإيوسين الأوسط لحركة رفع تكتونية، نتج عنها تشكيل قبة قطر المركزية Qatar Centrocline، الأمر الذي فتح المجال أمام نشاط عمليات النحت والتعرية، وإزالة الطبقات السطحية، وتَغيُّر في خصائص بعض الصخور، فتخلَّف على إثر ذلك رصيف (سطح) تحاتي Erosional Platform، بينما تركز **الظاهرة الثانية**: على حدوث تغير في الرواسب نوعا وكما، فمن تكوينات الحجر الجيري الدولومايتي - على سبيل المثال - الذي يتميز رغم صلابته، بسهولة تفتته وسحقه Friable (عضو أبروق)، إلى تكوينات تعلوها من الطين الجيري المحتوي على بعض الحفريات Fossilferous والصلصال وطبقات رقيقة من الحجر الجيري.

(ب) يوجد - تبعا لذلك - سطح تحاتي يمثل مرتبة واضحة المعالم من التخالف، يفصل بين تكوينات الدمام الأعلى المنتمية للإيوسين الأوسط، ويمثلها الحجر الجيري الدولومايتي، وتكوينات الدام الأسفل الميوسينية من الطين الجيري والصلصال، حيث تبين أن تكوينات الدام الأسفل تستند في كثير من المواقع مباشرة على تكوينات عضو سمسمة، وهذا ما يشير إليه المنكَشِف من الصخور العزيلة Outliers في منخفض بيض القاع Bayd el Q'a الذي يقع إلى الشمال الغربي من البعوضيات، ويتفق مع خط عرض (٣ً ٢٥ْ) شمالا، فهناك أكثر من (١٠)م سمكا من الأحجار الجيرية الطباشيرية ذات اللون الأبيض والرمادي من تكوينات الدام الأسفل تعلو الحجر الجيري الدولومايتي المتبلور من عضو سمسمة، وذلك في غياب عضو أبروق، ويوحي لنا هذا أن عمليات النحت أزالت معظم إن لم يكن كل طبقات عضو أبروق من هذا الموقع (احتمال ضعيف) أو أن حركة رفع تكتونية أصابت المنطقة (احتمال أقوى) فحالت دون إرساب طبقات أبروق وبالتالي انكشفت تكوينات عضو سمسمة، فتعرضت للنحت والإزالة نوعا ما، وللتغير في بعض الخصائص، إلى أن بدأت عملية الغمر البحري ثانية وترسيب تكوينات الدام الأسفل.

(جـ) هناك اتفاق بين الجيولوجيين على أن شبه جزيرة قطر وإقليم الإحساء السعودي كانا في نهاية الكريتاسي ضمن المنطقة البحرية، وبالتحديد أثناء المستريخي Maestrichtian، وأن تكوينات أم الراضومة التي تميزها حيوانات المياه

الضحلة تضعها في بداية السُّلَّم الجيولوجي العائد لبداية الحقب الثلاثي (الباليوسين)، ورغم الاعتقاد السائد بأن نطاقات الاتصال الرأسية بين تكوينات العرمة وتكوينات أم الراضومة التي تعلوها متوافقة Conformity، إلا أن هناك أدلة باليونتولوجية تحتية Subsurface تشير إلى وجود عملية تسوية Gradational وسطح تعرية قديم يفصل بين المجموعتين، فأضحتا متخالفتين Disconformable، أو ربما انطبعت كما أشار كافيليه (Cavelier, 1970, p30) عن (Powers, et al., 1966) ظاهرة شبه توافق Para Conformity، أي أن نطاق الاتصال الرأسي بينهما عبارة عن مستوى طباقية بسيط Simple Bedding Plane، وقد أقر ساندر (Sander, 1962) من خلال معاينته لتسلسل الحياة الحيوانية المجهرية فى العربية السعودية بالمقارنة مع ما لاحظه سموت (Smout, 1954) في قطر بوجود بعض التوافق (توافق ما) بين المجموعتين Some Conformity، ويعزز هذا الإقرار - من جانب - بأن الحياة الحيوانية Fauna ظهرت بشكل فجائي غير متعاقب Non-Sequence، مع عدم حدوث طبقات متداخلة No Intervening Beds بين الكريتاسي والثلاثي، ويدعمه - من جانب آخر - غياب تكوينات فترة الداني Danian (وهي الفترة التي تسبق الباليوسين وتعقب المستريخي، لتنهي بذلك الكريتاسي الأعلى).

(د) تشير الأدلة الحفرية المأخوذة من طبقات تكوينات الرس، أن البيئة الترسيبية البحرية كانت ضحلة، وأن التغير المفاجئ في ترسب السحنات Deposition of Faces، من تكوينات أم الراضومة إلى تتابعات الرس يوحي إلى احتمال وجود فجوة توقفت في أثنائها عملية الترسيب بعد توضُّع تكوين أم الراضومة، ولعل هذه الفجوة لها علاقة بحركة الرفع التي تعرضت لها المنطقة، فانكشفت على إثرها بعض الأراضي التي باتت تميزها بنيات موجبة (Eccleston, et al., 1981, p 3/23).

(هـ) تتميز الفترة التي أرسبت في أثنائها تتابعات الدمام بظروف بحرية أكثر استقرارا، وأوسع انتشارا، وخاصة المنطقة الغربية من حوض الخليج العربي، حيث سادت ترسبات من الحجر الجيري، والطين الجيري، والطين الصفحي

الأثابولوجايتي المحتوي على عقيدات فوسفاتية (من الكبريتات) تخص المياه الضحلة، ولعل هذا النمط الإرسابي لم يكن ليتمثل في منطقة الإحساء السعودية، حيث تشير الطبقات التي يبلغ سمكها (٣٣) م إلى وجود فترات توقف (فجوات)، وبالتالي انطباع ظاهرة تخالف، وليس كما ذكر إكلستون(Eccleston,1981, p3/35) ظاهرة تباين Nonconformity (لأن المجموعتين الصخريتين في ظاهرة التباين تكونان من نوعين مختلفين من الصخور، كأن تكون القديمة نارية، والحديثة رسوبية، ولكن المجموعتين في حالتنا هذه من نوع واحد، أي تتابعات رسوبية، لذا اعتمدنا ظاهرة التخالف)، إضافة إلى ذلك، هناك اختلاف واضح في سمك طبقات الدمام الأسفل، حيث يبدو أن سمكه قد تقلص، أو أن طبقاته قد أزيلت تماما من المواقع المحدبة في شمال شرق قطر، مما يوحي بأن هذه المنطقة التي كانت آنذاك عبارة عن مخاضات قد نهضت وأصبحت جزءا من اليابس القطري.

(و) كان القوس القطري (قبة قطر الرئيسية) يمثل - في أثناء البحر الميوسيني - إقليما من المخاضات A region of shallows (تكوين الدام)، إلا أن هذه المخاضات أخذت تمتلئ بالترسبات حتى غدت في نهاية الميوسين أرضا تعلو مستوى سطح البحر (الدام الأعلى)، فتعرضت التتابعات الأخيرة لفعل العوامل الخارجية وخاصة القطاع الجنوبي من القوس القطري، لدرجة سمحت بتوضع إرسابات قارية تنتمي لتكوين الهفوف، وقد يوحي ظاهر التكوين - محليا - بتواصل عملية الترسيب، ولكنه يفصح - إقليميا - عن وجود فواصل زمنية، وفترات انقطاع ترسيبية أدت إلى انطباع ظاهرة عدم توافق Unconformity بين التكوينين، ولعل فترة الدام الأعلى شهدت أول الحركات التكتونية، كان من نتائجها إغلاق دوري مؤقت للحوض، وحدوث تغيرات متميزة في الأحوال المناخية، بدليل نشأة الأنظمة النهرية الكبيرة التي يمكن تتبعها عبر أودية تحاتية كانت تنقل الرواسب الرملية والجراول Gravels، وتجلب حصى الكوارتز سواء الدائري منه وشبه الزاويّ، وبعض الصخور النارية كالجرافيت والبورفيري والبازلت، والأحجار الجيرية والرملية، والرصيص Conglomerate الأكثر مقاومة لعمليات النحت من منطقة الدرع العربي عبر المنطقة التي يشغلها حاليا خليج سلوى، إلى الأجزاء الجنوبية من قطر، وما التلال القممية المنعزلة، وتلك المستوية (الميزات Mezas) إلا من بقايا هذه الإرسابات التي نادرا ما يتجاوز سمك طبقاتها (١٠) م.

ثالثا: البنية الجيولوجية: Geological Structure

تقع شبه جزيرة قطر في موقع يخضعها لتأثير جملة عوامل، اشتركت في إبراز بنيتها Structure (خريطة رقم ٢-١١)، بقدر ما اشتركت في صنع الظاهرات التضاريسية التي يتميز بها سطحها، وتتمثل هذه العوامل في حركات رأسية رافعة Uplift Movements، وحركات أفقية ضاغطة Piercement Movements بدأت في الحقب الوسيط مرورا بالثلاثي واستمرت خلال الرباعي والحديث ولكن الذي يهمنا في هذا المقام دراسة حركات ما قبل البليوسين Pre-Pliocene التي تشكلت على إثرها ظاهرات جيولوجية متباينة لا تخرج عن كونها تراكيب حركية فيما ستتعرض عند معالجة التطور الجيولوجي إلى فترة ما بعد البليوسين من خلال التغيرات المناخية التي طرأت على مستوى سطح البحر لكونها من خصائص هذه الفترة من ناحية، وبحكم أنها أصبحت حقيقة مسلّم بها بين العلماء من ناحية ثانية، ولأنها تركت بصماتها وآثارها ممثلة في المدرجات والمصاطب البحرية والأودية الغارقة ومناطق السبخات والرمال بأنواعها وأشكالها، كل هذه الظاهرات تعتبر شاهدا على حركة البحر القديم طغيانا وانحسارا من ناحية ثالثة.

من أهم الظاهرات البنيوية لفترة ما قبل البليوسين ما يلي:

١- البنْية الإقليمية المتمثلة في القوس القطري: (قبة قطر الرئيسية).

٢- البنيّات المحلية: ويمكن تصنيفها إلى فئات ثلاث هي:

(أ) الطيات المحدبة والمقعرة. (ب) الصدوع.

(جـ) المفاصل والشقوق.

١- قبة قطر الرئيسية: The Main Qatari Dome

تبرز شبه جزيرة قطر على شكل قوس صخري Arch يمتد داخل مياه الخليج العربي بشكله الإهليلجي Elliptical-Shaped (بيضاوي الشكل)، إذ يرتكز على محور عام شمالي - جنوبي، تغطي سطحه صخور رسوبية حديثة النشأة يبلغ سمكها (٢٥٥) مترا (سليمان محمود سليمان، ١٩٧٤، ص٤)، وتبدو طبقات الصخور لأول وهلة أفقية، ولكن حينما ندقق النظر نجد أنها تتقوس إلى أعلى تقوسا هينا على هيئة قباب تميل خلالها الطبقات ميلا تدريجيا Low-Dipping

المصدر: جمعة عن الصوف ١٩٥٢، كافيليه ١٩٧٠، كاسلر ١٩٧٣

شكل رقم (٢ - ١١)

خريطة البنية الجيولوجية لشبه جزيرة قطر

خارج هوامش القبة، وقد اكتسحت عوامل التعرية تكويناتها السطحية، لهذا لاتبدو مظاهر التحدب فوق السطح الحالي مورفولوجيا واضحة المعالم، إلا أن آثار حركات الرفع لا تزال باقية في الطبقات الصخرية السفلية، وقد تم التعرف عليها من خلال التراكيب التي تضم مكامن البترول وأحواض المياه الجوفية التي تتجمع في تلك القباب.

وظاهرة القباب من أهم التراكيب الچيولوچية الحركية الشائعة الانتشار في منطقة الخليج وخاصة على طول الساحل الشرقي لشبه الجزيرة العربية، فهي لا تقتصر على قبة قطر فحسب، بل تشمل كلا من قبة البحرين وقبة الدمام، إضافة إلى قبة الأحمدي الواقعة في أقصى الطرف الشمالي الغربي للخليج العربي، وقد ثارت العديد من المناقشات بين چيولوچيي شركات الزيت في أرامكو والخليج حول أصل هذه التراكيب، فالبعض أيد Invoke الأسباب الميكانيكية لاختراقات الملح للطبقات الصخرية Salt Diapirisim والتي تسببت في حدوث الالتواءات المحدبة الخطية، بينما اعتقد البعض الآخر (چيولوچيو أرامكو) بأنها تعزى إلى حركات الرفع القاعدية (P. Kassler, 1973). ومهما يكن، فإن حركات الرفع كانت - في بعض الحالات - متذبذبة Pulsatory وفي بعضها الآخر منتظمة، ورغم طول الفترات التي حدثت خلالها، إلا أنها كانت بطيئة، ويدل على ذلك درجات الميل التدريجية والمنخفضة جدا على جوانب التراكيب (كما أشرنا سابقا).

فقبة قطر ما هي إلا ثنية محدبة تحتل وسط شبه الجزيرة، بدأت ترتسم ملامحها كأساس بنيت حوله الصورة التضاريسية لقطر على إثر حركات تكتونية رافعة وأخرى ضاغطة نشطت في حدود العصر الكريتاسي، ويدعم هذا القول صفة تتابع الطبقات في أعماق آبار البترول، فقد عملت هذه الحركات على تعرض تكوينات العرمة Aruma Formation وجزء من تكوينات أم الراضومة Umm El-Radoma لفعل شديد من جانب عوامل النحت والتعرية قبل أن تبدأ مرحلة إرساب تكوينات الزمن الثالث، ويعني ذلك وجود فترة چيولوچية انقطع أثناءها الترسيب (**ليس من الضروري أن يكون البحر قد تراجع في تلك الفترة؛ لأنه كما تدل الشواهد كان لا يزال يغمر بمياهه تلك المناطق**) مما ترتب عليه انطباع ظاهرة عدم التوافق Unconformity بين تكوينات الزمن الثاني المتأخر وتكوينات الزمن



الثالث (المركز الفني، ١٩٨٠، ص٥) ويؤكد على ذلك ما تشير إليه تكوينات طبقة الشعيبة الحاملة للزيت على عمق (٤٨٠١) قدما من حدوث اختلال في الترسيب بين الزمنين الثاني والثالث.

وفي الإيوسين الأسفل كان طغيان البحر كبيرا، مما ترتب عليه هبوط مساحات عظيمة من الأرض التي أصبحت تشكل قاع هذا البحر الذي تميز بعمقه الشديد آنذاك، ثم عادت الأراضي القطرية وأجزاء من الرفرف العربي إلى الارتفاع إثر حركة رفع إقليمية، انحسرت معها مياه البحر الإيوسيني في أدواره العليا واستمرت كذلك خلال الأوليجوسين، ويعتقد بأنه ليس ثمة رواسب تنتمي لهذه الفترة التي تميزت - فضلا عن ذلك - بظاهرة وجود خطوط عدم انتظام في الطبقات الرسوبية بين تكوينات الإيوسين الأوسط والميوسين.

ومن المحتمل أن تكون أجزاء من سطح قطر قد غمرتها مياه البحر الميوسيني، وينسحب هذا على قبة قطر الرئيسية التي كانت بعض مناطقها في ذلك الوقت عبارة عن أحواض ضحلة ومخاضات غطتها رواسب الدام الميوسينية التي استمرت في التشكل حتى أواخر هذا العصر، وتوحي صفاتها وخصائصها بأن عمليات إرسابها قد تمت ضمن بيئة بحرية ضحلة، وما من شك في أن التقهقر البطيء للبحر الميوسيني الأعلى وانحسار المياه نتيجة لحركة رفع طفيفة أو بسبب تراكم الرواسب الميوسينية في الأحواض الداخلية على شكل طبقات (يستثنى من ذلك بعض الهوامش الساحلية وأجزاء من أراضي قطر الجنوبية) قد أدت إلى حدوث تغيرات واضحة كان من محصلتها أن اتخذت قبة قطر الرئيسية شكلها النهائي، وأضحت مظهرا تضاريسيا هاما.

٢-البنيات المحلية:

(أ) الطيات المحدبة والمقعرة: Anticline and Syncline Flexures (Folds)

الطيات المحدبة:

يشتمل القوس القطري (خريطة البنية رقم ٢-١١) - إضافة إلى قبة قطر الرئيسية - على مجموعة قباب ثانوية ذات امتداد مغاير، فإلى **الشمال الشرقي** من

شبه جزيرة قطر تمتد قبة سمسمه Simsima Dome التي ترتكز على محور يتفق في اتجاهه مع قبة قطر وتتكون من الحجر الجيري والدولومايت الذي يعود في نشأته إلى الإيوسين الأوسط وينتسب لتكوينات الدمام الأعلى.

وإلى الجنوب الغربي من القبة الرئيسية تبرز قبة الكرعانة Karanah Dome التي تمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، ويتفق هذا الامتداد مع محور أبروق الذي يقع بين خليج زكريت في الغرب ودوحة الحصين في الشرق، وتضم قبة الكرعانة بين تكويناتها التي ترجع للإيوسين الأوسط صخورا من الحجر الجيري والدولومايت، فضلا عن الطين الصفحي والحجر الجيري المختلط بالصلصال الذي ينتمي لتكوينات الدام الأسفل الميوسينية.

في أقصى غرب وجنوب غرب شبه الجزيرة القطرية يمتد نطاق من القباب على محور عام شمالي - جنوبي، يمثله التواء دخان المحدب Dukhan Anticline، يبدأ هذا النطاق امتداده الطولي من رأس دخان في الشمال حتى الحدود الجنوبية لقطر، ويفصله عن القبة الرئيسية طية مقعرة تمتد من بير زكريت شمالا حتى طعس الكرعانة Ta's Al-Karanah جنوبا، وتشتمل هذه الوحدة الچيولوچية على تراكيب تكتونية تكاد تنعكس صورتها في صفات التاريخ الچيولوچي المليء بالأحداث التي عايشتها قطر، إذ تضم في قسمها الشمالي «قبة دخان» ذات المحور الشمالي - الجنوبي وتتكون صخورها من الحجر الجيري والدولومايت المنتسب لتكوينات الرس، تليها إلى الجنوب «قبة فحيحيل» Fhaihil Dome التي تنحرف إلى الجنوب الشرقي نتيجة تأثرها ببعض الصدوع بدرجة أكبر، فاتخذت بذلك اتجاها شماليا غربيا - جنوبيا شرقيا، متمشية بذلك مع محور خليج سلوى، وهما معا يتفقان مع محور جبال زاجروس الذي أثّر تشكيلها وخاصة الحركات الجانبية على الجانب العربي من الخليج ولكن بدرجات لا تضاهي مثيلاتها على الجانب الإيراني، ولهذا تتميز قبة فحيحيل عن قبة دخان بأن طبقاتها الصخرية تميل على طول جانبها الشرقي كما ذكر (C. Cavelier, 1970, p. 29) بمقدار (٤) درجات.

إلى الجنوب الشرقي من قبة فحيحيل تمتد «قبة جليحة» Jaleha Dome التي تشكل القلب من حدبة دخان، وتتكون من الطين الصفحي والحجر الجيري مع



صخـور من الدولومايت، تحيط برواسب أقـدم تعود لتكوينات الرس الإيوسـينية. وإلى جنوب الجنوب الشرقي تظهر قبتـان محدبتان هما «خرزة الدرب» Kahrazat Ad-Darb (قلعة) و«قبـة سـودانثـيل» Sauda Nathil Dome، ويمكننا مـشاهدة تكوينات أحدث من تلك التي تشكل الطبقات السطحـية للقسم الشمالي من وحدة دخـان الالتوائيـة، فنجد أن خـرزة الدرب تكسـوها طبقـات من الحجـر الجيـري والصلصال (تكوينات الدام) تستـمر بصورة متقطعة بالاتجاه جنـوبا حتى سودا نثيل التي تتـشكل قبتـها من تكوينات سـطحية أحـدث، ترجع في نشأتهـا إلى الزمن الرابع، وتحتـوي على رواسب السبـخات والرمـال الكلسية التي تكـونت في بحر ضحل، يضاف إليها تكوينات رملية نقلتها وشكلتها الرياح.

الطيات المقعرة:

تتبـاين أنواع الطيات تباينا واضحـا حسب نوع التكوينات الجيـولوچية التي تخضع لظاهرة الالتواء، وقوة الحركة واتجاهها، فقد تبين من دراسة الطيات المحدبة أنها تحصر بينها طيات مقعرة مصاحبة لها، إذ تتركز هذه الظاهرة في الجزء الغربي من شبـه جزيرة قطر، أضف إليـها الخلجان المركـبة كخـور الذخيرة وخـور الخور وخور العديد على الساحل الشرقي والمتزامنة معها في فترة تشكيلها.

فطية زكريت المقعرة - التي تعتبر أهمها - تمتد على محور عام من الشمال الغربـي إلى الجنوب الشرقي، وهي لا تسـير موازيـة لحدبة دخان التي تحـدها من الغرب فحسب، بل إنهما يقتسمان الطرف الچيولوچي الأوسط Septum. وتتمثل كل مظاهر البساطة في التركيب الچيولوچي لهذه الطية، كما أن الطبقات الرسوبية تميل لأن تكون أحدث عمرا من حيث التـأريخ الچيولوچي كلما تقدمنا على طول محورها من الشـمال باتجاه الجنوب، وتشير خريطة قطر الچـيولوچية (رقم ٢-١) إلى انتشار رواسب الرمال والسبخات الحديثـة في الجزء الشمالي من الطية وخاصة في سبخة دخـان التي تنخفض عن مستوى سطح البحر مـا بين (١-٥) مترا، أما القطاع الجنوبي لهذه الطية فيبدأ بالارتفاع الرتيب حتى يصل أقصاه (٢٠) مترا فوق مستوى سطح البـحر حيث تغطيه رواسب الميوسين، تتخللها في كـثير من الأحيان رواسب الدمام الأعلى.

يمكن القول أن طية زكريت المقعرة لا تقتصر في شمولها على المنطقة اليابسة الممتدة من بير زكريت في الشمال حتى طعس الكرعانة في الجنوب فحسب، بل يبدو أنها تشتمل على مناطق ما زالت تغمرها - حتى الوقت الحاضر - مياه البحر القديم وتتمثل في كل من خليج زكريت ودوحة الحصين ودوحة فيشاخ، وكان لهذا الوضع أثره على عدم الاتصال الجانبي لشبه جزيرة أبروق وأرخبيل جزر حوار بشبه جزيرة قطر رغم أنهما (أبروق وحوار) تمثلان جزءا من نهايات الجناح الغربي لقبة قطر الرئيسية.

ومن المحتمل أن المنطقة التي تشكل قاعدة شبه جزيرة أبروق قد تأثرت بحركات رفع لاحقة نتج عنها انحسار مياه البحر عن جزء من مقعر زكريت المتمثل في سبخة دخان وتحولها إلى بحيرة داخلية، ومن ثم إلى منطقة أخذت تستقبل إرسابات فيضية من المرتفعات المجاورة في فترة الجليد البليستوسينية، هذه الفترة التي تراجع البحر أثناءها إلى أقصى مدى له، كان مناخها أكثر رطوبة منه اليوم، ويبدو أن لهذه الإرسابات أثرا في طمس كل ما له علاقة بالرواسب البحرية.

تمثل «**حدبة دخان**»: حدا جيولوجيا يفصل بين مقعر زكريت وامتداده الجنوبي المتمثل في سبخة دخان الواقع إلى الشرق، وبين مقعر خليج سلوى الواقع إلى الغرب. فمنطقة سلوى - قطر - البحرين - كما وصفها (G. R. Varney) في مقال (P. Kassler 1973 p.17) بأنها عبارة عن مركب بنيوي يتفق مع اتجاه التراكيب العربية ذات المحاور الشمالية - الجنوبية، و«مقعر خليج سلوى» الذي يمثل جزءا من هذا المركب البنيوي، تجمعت فيه رواسب البليوسين، فتأثرت بحركات الرفع الرأسية والضغوط الجانبية التي شكلت التواءات زاجروس، فانثنت إلى أسفل وبالتالي احتله المسطح المائي لخليج سلوى، ربما حدث هذا في نهاية النصف الأول من البلايستوسين، والتي أصبحت قطر على إثره جزيرة، ويلاحظ أن مقعر خليج سلوى انحرف بدرجة خفيفة عن مساره المعروف ليصبح شماليا غربيا - جنوبيا شرقيا ففصل ساحل الأحساء عن شبه جزيرة قطر، كما حال دون اتصال البحرين بكل من قطر والساحل الشرقي لشبه جزيرة العرب.

وربما كان مقعر سلوى الذي يرتكز على محور عام شمالي غربي - جنوبي شرقي أكثر امتدادا مما هو عليه الآن، وأن ذراعا منه قد توغلت جنوبا لتشمل منطقة



السبخات الواقعة في جنوب قطر، كما أن «مقعر خور العديد» المتزامن مع مقعر سلوى في النشأة والمختلف معه في الاتجاه [بغض النظر عن البحيرة الشمالية التي تكونت بفعل الإذابة الكارستية (نبيل امبابي ١٩٨٢ رقم ٤٧ ص٢٠)] يرتكز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، قد ساهم مساهمة فعلية في مراحل مبكرة بالاشتراك مع ذراع مقعر سلوى في فصل شبه جزيرة قطر عن شبه جزيرة العرب، ويعتقد بأن هذا الوضع قد استمر حتى وقت متأخر من الحقب الرباعي، عندما أخذ البحر في الانحسار عن تلك المناطق مخلفا وراءه رواسب كلسية ورمالا بحرية أو ربما ارتفعت عن مستوى سطح البحر على إثر حركات محلية رافعة أدت إلى ربط الرسغ القطري بكتلة الجزيرة العربية.

أما «خور الخور وخور الذخيرة» فإنهما عبارة عن تقببين لطيفين تعرضا للهبوط باتجاه اليابس (نبيل إمبابي ١٩٨٤ رقم ٧٠ ص٣٢، ٣٣)، ويشرفان بحواف صخرية على مياه الخليجين، هذه الصخور كما أشرنا سابقا تتمثل فيها تكوينات الرس العائدة للإيوسين الأسفل تكتنفها تكوينات الدمام (الإيوسين الوسط)، ويبدو أن عوامل النحت والتعرية بواسطة الرياح والمياه الجارية وعمليات التفكك والتحلل عملت معا على تآكل تكويناتهما الصخرية وخاصة الأجزاء الوسطى من التقببين فأزالتهما ومن ثم تحولا إلى مقعرين، أو ما نطلق عليه انقلابا تضاريسيا Inversion of Relief، وبالتالي غمرتها المياه عندما ارتفع مستوى سطح البحر في البلايستوسين، ثم توالت عمليات التشكيل أثناء فترات الغمر والحسر البحريين التي تميزت بها فترة البلايستوسين - الهولوسين، وما زالت مستمرة حتى الآن.

(ب) الصدوع: Faults

ليس ثمة ما يشير إلى وجود ظاهرات انكسارية أو عيبية واضحة المعالم، قد تؤدي إلى تفسيرات أكثر تعمقا، فثنية قطر التحدبية تتميز ببساطة تركيبها، وانحدارها التدريجي الذي لا يمكن تمييزه على أية حال، ولم يذكر كافيليه (Cavelier 1970) وجود انكسارات أو صدوع على السطح في شبه الجزيرة القطرية، ولكن الذي يثير الانتباه، التغير المفاجئ في محور حدبة دخان بالاتجاه نحو الجنوب، وتراص خطوط الكنتور التي يصعب تمييزها، ربما تكون مؤشرات

لوجود أنظمة الصدوع انتابت تكويناتها، وأشار هنسون (Hinson 1952, p133) إلى وجود فالق عظيم يتركز في الأعماق نتج عنه زحزحة الطبقات الصخرية السفلية بسبب ضغوط جانبية، وقد أوضح كاسلر (Kassler 1973 Fig. 4) على خريطة بنيوية لحوض الخليج العربي وجود انكسارات تحف بحدبة دخان وبجانبي مقعر سلوى، وأن رمية الفوالق باتجاه هذا المقعر. كما تشير بعض مكاشف الطبقات Outcrops التي تأثرت بفوالق متوازية ومتقاربة Parallel & Closely-Spaced ذات الاتجاهات الشمالية - الغربية أو الشمالية الشمالية - الغربية، بأنها تتخذ امتدادا طوليا في هذا الاتجاه. ومن المحتمل أن تكون عوامل التعرية التي تسببها الرياح قد طمست معالمها، فأضحت غير واضحة خاصة على الصور الجوية.

(جـ) المفاصل والشقوق: Joints and Fissures

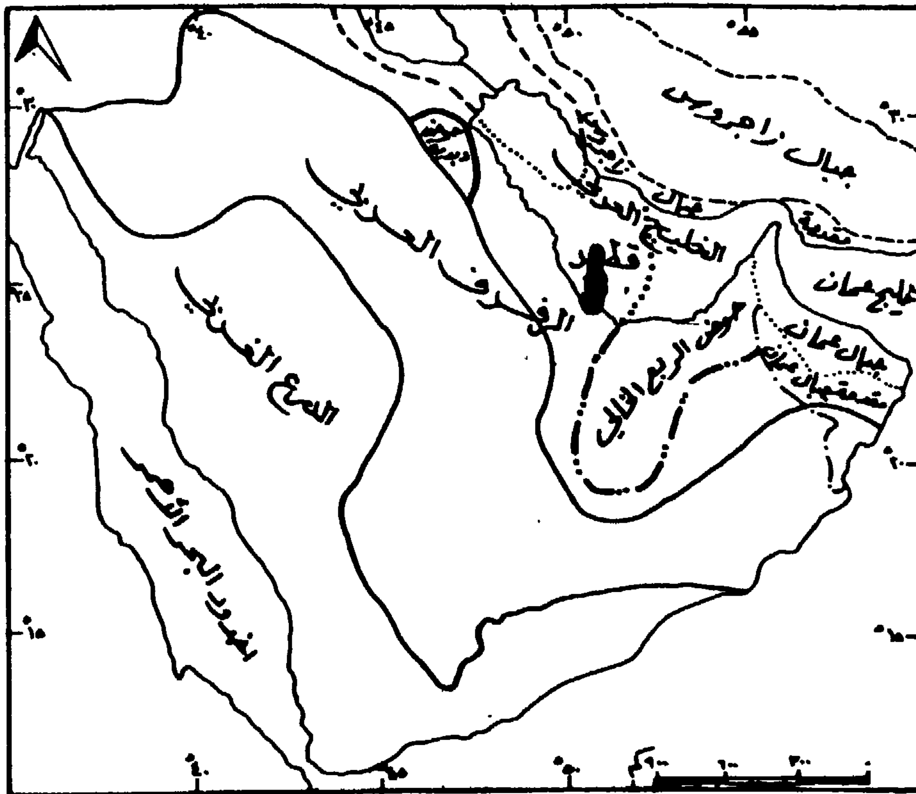
تتخذ بعض مظاهر السطح - كما تشير إلى ذلك مجموعة الخرائط الطبوغرافية والأطلس الجيولوجي لقطر ومرئيات الفضاء والصور الجوية - أنماطا خطية متباينة الاتجاهات والمحاور، ومختلفة المواقع والتوزيع، وهي انعكاسات صادقة للتراكيب البنيوية التي تتميز بها صخورها بما تحتويه من المفاصل والشقوق ذات النمط الطولي، ومؤشرات تفسر تجاوب الصخور مع عمليات التسرب السريعة لمياه الأمطار (خريطة رقم ٢-١١).

رابعا: التطور الجيولوجي: Geological Evolution

لعل قطر من الدول التي شهدت تطورا جيولوجيا شأنها في ذلك شأن شبه جزيرة العرب، خاصة جانبها الشرقي المعروف بـ «الرفرف العربي» Arabian Shelf (خريطة رقم ٢-١٢)، ونعني بالتطور الجيولوجي دراسة التأريخ الجيولوجي لأراضي هذا الجزء من منطقة الخليج العربي، من حيث: النشأة، والتكوين، والتغيرات المناخية التي تعرضت لها المنطقة على مدى عمرها الجيولوجي.

١- القسم الأول من تأريخ قطر الجيولوجي:

ما من شك في أن فترات التأريخ الجيولوجي القديم للمنطقة (الزمنان الأول والثاني) كانت تشهد تغيرات في مناسيب البحر طغيانا وانحسارا، وتراكم تكوينات



شكل رقم (٢ - ١٣)

المصدر: عن محمد متولي، حوض الخليج العربي، ١٩٧٠ ص ٦٩

خريطة الدرع والرفرف العربي

رسوبية وإزالة أخرى، وهذا كله لايفسر ولايعطي نتائج إيجابية بشأن الصور التضاريسية للمنطقة عامة ولشبه جزيرة قطر بصفة خاصة. ويعني ذلك أن النتائج الحقيقية لواقع شبه جزيرة قطر هي التي تمخضت عنها أحداث الزمن الچيولوچي الثالث، وربما كان **النصف الثاني من الزمن الثاني** هو الذي شهد البداية الفعلية لكل ما يتصل بخلق الواقع المادي لشبه جزيرة قطر، والصورة التضاريسية التي تشكل ظاهرها.

تعتبر شبه جزيرة قطر - في الأصل - جزءا من الدرع العربي Arabian Shield وعلى وجه التحديد قسمه المتحرك الذي يشكل الرفرف العربي، وتمثل رصيفا داخليا Interior Platform له خصائصه التي ينفرد بها عن غيره بحكم موقعه من الرفرف العربي، ستتضح أثناء دراستنا التفصيلية لشبه جزيرة قطر. فعلى

مدى عصور **الزمن الأول** بقيت الحفر الحوضية التي تشمل الرفرف العربي بما فيها قطر جزءا من قاع البحر القديم فاستقبلت بفعل هذا الطغيان رواسب قارية من الدرع العربي تتمثل في جزيرتي حالول وشراعوه وتنتمي لتكوينات هرمز، ورواسب تعود إلى العصر البرمي وتنتمي لتكوينات الخف المتمثلة في أعماق منطقة دخان وفي حقل غاز الشمال.

تابع بحر تثس طغيانه المستمر على الرفرف العربي فاستقبلت المناطق المغمورة في **النصف الأول من الزمن الثاني** رواسب تتكون من فتات قاري ذات قوام طمي رملي تتخللها راقات من الدولومايت تنتمي للعصر الترياسي الأدنى. في حين اختلف الحال في الترياسي الأوسط حيث سادت رواسب جيرية وطينية مختلطة بطبقات من الأنهيدرايت Anhydrite، مما يشير إلى وجود بيئة بحرية ضحلة ساعدت على إتمام عملية الإرساب آنذاك.

بدأت حركات الرفع الأرضية في **أواخر الترياسي**، الأمر الذي تمخض عنه اختلال في عمليات الترسيب، وأثّر على طبيعة سمك الطبقات ونوعيتها، فهي تتمثل في الحجر الجيري والطين الصفحي وقليل من الرمال وتنتشر على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر في منطقة دخان (تحت السطح)، بينما لا أثر لها في وسط وشرق قطر؛ لأن محور تركيب قبة قطر الرئيسية يتجه من الشمال إلى الجنوب، وفي «الجوراسي» شهدت المنطقة نشاطا ترسيبيا شمل رواسب جيرية، وجيرية طينية دقيقة الحبيبات تعلوها رواسب جيرية ورملية وجبسية وانهيدرايت، وهي جميعا طبقات حاملة للزيت وعلى أعماق تتراوح ما بين ٦٣٠٠-٨١٠٠ قدم (Oil Industry In Qatar 1972, P.15).

انتاب الأراضي القطرية ضمن الرفرف العربي هبوط في الفترة الممتدة من أواخر العصر الجوراسي حتى العصر الكريتاسي الأسفل، فغمرتها مياه بحر تثس، كانت نتيجته تراكم طبقتين من الرواسب، يؤلف الطين الصفحي المختلط بالحجر الجيري والدولومايت وفرشات من الرمال الطبقات السفلية، بينما يشكل الحجر الجيري الطبقات العلوية، وتتمثل في سودا نثيل بالطرف الجنوبي الأوسط لقطر.

حدثت في الكريتاسي الأعلى حركات تكتونية عنيفة بسبب ضغوط جانبية شديدة، أدت إلى تعرض المنطقة لظاهرة الاندفاع إلى أعلى، فانكشفت رواسب

الكريتاسي الأسفل والأوسط لفعل عوامل النحت والتعرية، الأمر الذي أدى إلى انطباع ظاهرة عدم التوافق Unconformity في التتابع الطباقي بين الكريتاسي الأوسط والأعلى. وفي أواخر الكريتاسي استقبلت الأراضي القطرية التي ما زالت تقع آنذاك ضمن منطقة بحرية ضحلة رواسب من الحجر الجيري وقليلا من الدولومايت والصلصال والطين الصفحي المنتمي لتكوينات العرمة Arauma، واستمرت عمليات الغمر البحري إلى عصور الزمن الثالث.

٢- القسم الثاني من تاريخ قطر الچيولوچي:

يمكن أن نميز في هذا القسم بين **فترتين مختلفتين**، تشمل **الفترة الأولى** عصور الزمن الثالث، فيما نعالج في **الفترة الثانية** التغيرات الرباعية لمستوى سطح البحر، لما لهذا الجانب من دور في التفسير الجيومورفولوجي للظاهرات التضاريسية، لكونها مرتبطة بالتغيرات المناخية، هذه التغيرات لها علاقة بسيادة عمليات النحت والتعرية أو الترسيب بالمياه الجارية أو السيلية Torrential من جانب، أو بتراجعهما لسيادة الجفاف ومن ثم تعرض المنطقة للعمل الريحي سواء أكانت هدما أم بناء من جانب آخر، مع عدم إغفال دور الحركات التكتونية.

(أ) الفترة الثلاثية: Tertiary Period

اتصفت هذه الفترة بأحداث چيولوچية رسمت الصورة الحقيقية لشبه جزيرة قطر، وبدأت تتضح معالمها بحيث تم اتخاذها أساسا للتتابع الطباقي **(كما فعل كل من كافيليه وعبد الله صلات أثناء معالجتهما لچيولوچية قطر)**، وفيما يلي دراسة لأهم الأحداث التي سادت المنطقة بما فيها قطر أثناء عصورها الچيولوچية، وأثرت إيجابا أو سلبا على تكويناتها، والظاهرات السطحية التي تمخضت عنها.

كانت قطر في **عصر الباليوسين** Paleocene تقع ضمن منطقة بحرية ضحلة استمرت منذ نهاية الكريتاسي، فاستقبلت رواسب عزاها كافيليه في قطاعاتها الدنيا إلى تكوينات العرمة، وفي قطاعاتها العليا إلى تكوينات أم الراضومة التي استمرت في التشكل حتى أوائل الإيوسين، وتتماثل مع تكوينات البُصَيِّر Al-Bussayır Formation، وهي لا تنكشف على السطح، وإنما تشكل القاعدة التي ارتكزت عليها تكوينات الرس أولى الرواسب في العامود الچيولوچي.

وفي **عصر الإيوسين** Eocene **(خريطة رقم ٢-١٣)** استمر البحر في طغيانه على شبه الجزيرة القطرية، بيد أن مستوياته كانت تختلف من منطقة إلى أخرى، إذ تشير إرسابات **الإيوسين الأسفل** التي تنتسب إلى تكوينات الرس وتعلو تكوينات أم الراضومة أن سماكاتها تتفاوت ما بين (٢٠) مترا في الأجزاء الشمالية، (١١٠) مترا فى الأجزاء الجنوبية الغربية، في حين يقل سمكها في المملكة العربية السعودية باتجاه الغـرب ليصل إلى (٥٦) مترا، بينمـا يبلغ في جزيرة البحـرين (٦٧) متـرا، وهــذا يعنــي - كما أشرنا سالفا - إلى اختلاف مستوى البحر، وطول الفترة التي استمر في طغيانه عليها قبل أن ينحسر، ومدى عمق المنطقة وكميات الرواسب التي تم ترسيبهـا كما هو الحال في الأجزاء الجنوبية الغربيـة، أو ربما انحسرت المياه عن بعضهـا الآخر - بزمن - فتعرضت من ثم لعمـليات النحت التي أزالت جزءا من إرساباتها، فـبدت كما هو الحال في الأجزاء الشمـالية. أما في **الإيوسين الأوسط** فقـد غمرت المياه مـعظم شبه الجـزيرة (يستثنى من ذلك منـاطق انكشاف تكوينات الرس)، تخلَّفت عنها تكـوينات الدمام التى تشكل ٢٨٪ تقريبـا من سمك القطاع الچيولوچي الرأسي للفترة الثلاثيـة، وإذا ما أضفنا إليها تكوينات الإيوسين الأسفل فإنهما يشكلان معا ٤٥٪ تقريبا، وتشـير الأبحاث الچيولوچية بوجود توافق طباقي Conformity وحفـري Palaeontology بين تكويناتهـما، الأمر الذي يـؤكد على استمـرارية الغمر البحـري، رغم اختلاف نوعيـة الرواسب، وتفاوت سمـاكاتها، والتباين في بعض خصائصها.

أما فيما يتعلق بعصر الإيوسين الأعلى، فيبدو أن رواسبه لاوجود لها ضمن التتـابع الطباقي لقطر، شأنهـا في ذلك شأن رواسب **الأوليجوسين** Oligocene، ويدل ذلك على سـيادة فتـرة زمنيـة بدأت من نهـاية الإيوسـين الأوسـط حتى بداية عـصر الميوسين توقـفت أثناءها عـمليات التـرسيب، ويعزى ذلـك إما إلى التراجع السـريع لمياه البحـر في نهاية الإيوسين الأوسط نسـبيـا، أو إلى تعرض المنطقة لإجـهادات تكتـونية Tectonic Stresses أدت إلى ارتفـاعها، الأمـر الذي يقودنـا - بدون تردد - إلى إسقـاط حقب الباليوجين Paleogene في أدواره العليا من التتابع الطباقي لقطر. وفي نـفس الوقت سادت المنطقة ظروف المناخ الجاف مما أدى إلى تعرض الطبقات الصخرية لعمليـات التبلور، كما ساهمت عوامل النحت والتعرية في إزالة طبقات من الحجر الجيري والدولومايت المنتسبة لعضو أبروق.

الخليج العربي
الرويس
الذخيرة
الخور
الدوحة
جزيرة حوار
دخان
خليج سلوى
أبو سمرة
٣٠ ٢٠ ١٠ ٠ كم
خط الساحل الحالي
خط الساحل منذ أواسط البلايستوسين
خط الساحل منذ نهاية الإيوسين

شكل رقم (٢-١٣)

خريطة تطور خط الساحل القطري منذ نهاية الإيوسين

عاد البحر الميوسيني The Miocene ليغطي الشواطئ الغربية للخليج العربي الحالي، ومن المحتمل أن أجزاء من شبه جـزيرة قطر وخاصة الغربية منها والجنوبية الغربيـة كانت مـا تزال تقع ضمن البـحر الميوسـيني، ويؤكد هذا الافـتراض على ترسيب غطاءات بحرية مـيوسينية تنتـمي لتكوينات الدام، وتماثل تكوينات الفارس في إيران Lower Fars Series، وتشيـر طبيعة الإرسـابات - التي ترتكز بلا توافق على تكوينات الإيوسين الأسـفل والأوسط - إلى أن البيـئـة البـحرية التي كـانت سائدة وقتذاك تتميز بدفء مياهها وضحولتها، وأن المناخ كان جافا نسبيا.

وفي عصـر **البليوسين** الذي يمثل آخر عـصور حـقب النيوجين Neogene، كانت شبه جزيرة قطر فـي كثير من مناطقها التي تعلو مستـوى البحر آنذاك تقريبا بعيدة عن طغـيانه، إما بسبب امتلاء الأحـواض والمخاضات Shallows، أو نتيجة لحركات تكتـونية، فأضحت قطر عبـارة عن مناطق حسر Emerged، وربما يكون هذا الوضع قد استـمر حتى **البليوسين الأعلى**، مع استمـرار سيادة ظروف المناخ الحار وشبه الجاف، بمعنى أن تغيرات بدأت تسود المنطقة في نهاية البليوسين وخلال الفترة الرباعـية، الأمر الذي يدعونا إلى الوقـوف عليها، لمعرفة وضع شـبه جزيرة قطر من هذه التغيرات.

(ب) الفترة البليوسينية - البلايستوسينية: The Plio-Pleistocene Period

يبدو أن حركـات ما قبل البليوسين هي التي شكلت الظاهرات الطبوغـرافية لشبه جزيرة قطر، وأن الحركات التكتـونية وعمليات الإرساب اللاحقة اقتصر دورها على تجديد صباها والتعديل في أشكالهـا السطحية، رغم أنها طمست (كما أوضح P. Kassler 1973 p.17) في المنطقة العربية للخليج، كثـيرا من الملامح الطبوغرافية الناتجة عن حركات ما قبل البليوسين.

في نهاية البليوسين اقتربت الظاهرات الطبوغرافية (P. Kassler 1973, p.23) من شكلها الحـالي، وكان مستـوى سطح البحر آنذاك يرتفع بمقـدار (+١٥٠) مترا عن مستواه الحالي، وهذا ما أشار إليه كل من (Holm 1960) في العربية السعودية و (Fairbridge 1961)، ويعني ذلك أن جـميع أراضـي شبـه جزيرة قطر الواقـعة دون (١٥٠) متـرا كانت تغمـرها مياه البـحر البليو - البـلايستوسـيني، علما بأن



أقصى ارتفاع لسطحها لايزيد على (١٠٣) مترا فوق مستوى سطح البحر الحالي. ولكن السؤال الذي يطرح نفسه: ما أنواع الرواسب التي تخلفت عن هذا الغمر البحري؟ وأين؟.

لعل الإجابة عن هذا التساؤل تقودنا إلى القول بأن الرواسب التي خلفتها هذه الفترة تنتمي إلى مجموعتين من الرواسب: **المجموعة الأولى وتمثلها تكوينات الحجر الرملي الجيري، والرواسب** الشاطئية والسبخات، وتنتشر على طول السواحل القطرية، فالتكوينات تمثل الإطار الخارجي القديم لخط الساحل، وتتمشى مع الشواطئ البحرية القديمة، بينما تمثل الرواسب الشاطئية والسبخات خطوطا للشواطئ أحدث عمرا (**راجع شكل رقم ٢-١٣**)، وكلاهما من بقايا فترة الغمر البحري البليو-البلايوستوسين ظهرت على السطح بعد أن انحسرت مياه البحر البلايوستوسيني عن مناطق انتشارها، إذ لم تتم عملية التراجع هذه إلا تدريجيا قد تستغرق آلاف السنين، فترسبت التكوينات في مرحلة متقدمة وانكشفت على السطح، بينما تخلفت الرواسب في مراحل متأخرة وشكلت مواقع السبخات الحالية.

أما المجموعة الثانية: فهي إما أن تكون **محلية** كرواسب الطين والطمي والجرول شكلتها عمليات النحت الريحي والسيول، وألقت بها في المناطق الحوضية والمنخفضات، وذلك أثناء الأدوار الفاصلة بين فترات الغمر والحسر البحري، وإما أن تكون **منقولة** كتلك التي تتمثل في تكوينات الهفوف، فهي كسابقتها عبارة عن رواسب قارية نهرية، تتكون من الحصى والطين المختلط بالطين الجيري، وقد انتقلت إلى مواقعها الحالية إثر توافر ظروف ساهمت في ذلك منها: أن السهول الساحلية في الجزيرة العربية - كما أشار - (Holm 1960 and Powers 1966) كانت تنحدر باتجاه الشمال الشرقي، عندما كان مستوى البحر عاليا، والمناخ رطبا، وخليج سلوى الحالي ما برح أرضا يابسة (أوائل البلايستوسين)، فنقلت الأودية التي كانت تنحدر من الدرع العربي غطاء من الحصى الفيضي الخشن، مصدره قلب الجزيرة العربية إلى السهول الشرقية في السعودية، ثم عبر الموضع السابق لخليج سلوى، فقطر، ومن ثم إلى الجزء الغربي لأبو ظبي.

وتتكون هذه الرواسب من الكوارتز، ومن بعض **الصخور النارية** مثل الجرانيت والبورفيري والبازلت، **والرسوبية** مثل الحجر الجيري والرملي

والرصيص، وأنواع من الطين، ولنا هنا ملاحظة وهي أن الصخور النارية - كما أشرنا سابقا - لا وجود لها بين الصخور السطحية لشبه جزيرة قطر، مما يؤكد على أن مصدرها الدرع العربي، وأن الأشكال المستديرة وشبه الحادة للمنقولات الحصوية، تشير إلى أنها ليست محلية الأصل، وإنما نقلها نظام نهري قديم إلى مواقعها الحالية في غرب وجنوب شبه جزيرة قطر. وتوحي نقط الارتفاعات (U.S.G.S. 1961) بأن الغطاء الحصوي هذا قد تمت تسويته إلى مستوى سطح البحر الذي بلغ ارتفاعه آنذاك (+٩٠) مترا. وأن عملية نقل الحصى تلتها حركة هبوط Subsidence لمنطقة خليج سلوى، وذلك على طول نطاقات الكسور التي تحيط بهوامشه.

يتضح من خلال الإجابة التعليلية هذه، أن سطح قطر باستقباله مجموعة الرواسب القارية كان في تلك الفترة بعيدا عن طغيان البحر (يستثنى من ذلك بعض الهوامش الساحلية)، وذلك إما لارتفاع السطح عن مستوى البحر الذي بلغ (+١٥٠) مترا آنذاك، لأن قطر - كما سبق أن أوضحنا - عبارة عن رصيف بحري تميز بموقع يعلو المناطق المجاورة التي تمثل المناطق الحوضية من الرفرف العربي، وإما لتأثره بدرجة أكبر بحركات الرفع التكتونية التي تعرضت لها المنطقة، وهذا هو الأرجح؛ لأن قطر أضحت في البلايستوسين الأوسط عبارة عن جزيرة بعد أن هبطت منطقة خليج سلوى فغمرتها المياه، تميزها مدرجات يتراوح ارتفاعها ما بين (٣٠-٥٠) مترا عن مستوى سطح البحر حينذاك (Kassler 1973 Fig. 3)، إضافة إلى كميات الرواسب التي لفظها البحر أثناء طغيانه أو نقلتها عوامل النحت من رياح وسيول مائية.

(جـ) فترة البلايستوسين والحديث: The Pleistocene & Recent Period

أخذ منسوب سطح المياه في الخليج العربي منذ بداية البلايسوسين في الانحسار والتراجع، بدليل وجود أرصفة بحرية عند مستويات متباينة، وأودية نهرية غارقة، بمعنى أن استقرارا تكتونيا إقليميا ساد منطقة الخليج، بغض النظر عن الحركات المحلية، وإذا أدى تذبذب مستوى سطح البحر إلى تخلف مجموعة عالية من المدرجات، ففي منطقة الخليج العربي كما أشار (حسن أبو العينين ١٩٨٦ ص٣٥) وخاصة الجانب الغربي منه لم يشاهد الباحثون مجموعات كاملة منها،

وعزى ذلك إلى استواء السطح وقلة تضرسه، وانتشار الرواسب السطحية في القسم الشرقي من الجزيرة العربية.

استمر البحر البلايستوسيني في التراجع خلال فتراته الجليدية حتى بلغ أقصى انخفاض له (-٦٢) قامة (-١٢٠) مترا (P. Kassler 1973 P. 24) أثناء فترة فيرم Wurm، أي منذ ما بين (٧٠٠٠-١٧٠٠٠) سنة قبل الميلاد (Fairbridge 1966)، خلق هذا الوضع تفريغا كاملا للخليج من مياهه التي تراجعت حتى مضيق هرمز، فأضحى الخليج عبارة عن واد نهري كبير ينقل مياه دجلة والفرات مباشرة إلى خليج عمان عبر مضيق هرمز، وقد استشهد (M.S.Thornton) على انحسار المياه من الخليج بفحص عينات من الحجر الجيري البلايستوسيني أخذت من حفر جوفية على عمق (٣٧) مترا، حيث تبين له أنها خضعت للغسل (التصويل) Leaching. ومع تراجع البحر، تعرضت قطر ومنطقة الخليج لفترة مناخية مطيرة، ترتب عليها نشوء مجارى مائية وأودية جديدة، وتجدد نشاط الأودية القديمة، فنشطت بالتالي عمليات النحت والتعرية، الأمر الذي ساعد على تعميقها، وتراكم الرواسب الغرينية والمجروفات، ومن ثم تكوين سهول فيضية ترسيبية عند مخارج الأودية.

عاد البحر في طغيانه ليملأ حوض الخليج جزئيا Partial return بمياهه أثناء فترة فيرم الجليدية، حدثت هذه العودة حسب افتراض (Fairbridge 1961) منذ ما بين (٤٥٠٠٠-٣٠٠٠٠) سنة ق م، بينما قدرها (Curray 1961) إلى ما قبل (٢٥٠٠٠) سنة ق م، بلغ مستوى البحر خلالها (-٤٠م)، (-١٥م) على التوالي، ويبدو أن هذه التقديرات تتطابق مع فترة الفيرم الأوسط الواقعة بين فترتين جليديتين Mid-wurm Intertidal، إلا أن كيوري عزز وجهة نظره هذه، بعينة من الحجر الجيري أخذت من منطقة «أم جرس» Umm al-Garse شمال شرقي قطر، وعلى عمق (٢٢) مترا، حيث أوضح بعد فحصها بكربون ١٤ المشع، أن عمرها يعود إلى ما قبل (٢٦٧٠٠) سنة ق م، وأن شاطئا مرفوعا في جزيرة حالول كما لاحظ (G.L.Nicol) يعلو بمقدار (٣٥) مترا، ويعود في عمره إلى أكثر من (٣٢٧٠٠) سنة ق م، ويتفق هذا التأريخ تقريبا مع ما توصل إليه كيوري، بيد أن (G.L.Nicol) استخلص بأن الشواطئ المرفوعة ما هي إلا نتيجة للاختراقات

المحلية، وليست بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر في تلك الفترة. وهذا يعني أن الشواطئ التي برزت أثناء فترة الجليد القصوى ليس من الضروري أن تعزى في مجملها إلى تقهقر مياه البحر، ولكن ربما كان للحركات المحلية، أو الاختراقات الملحية نصيب في تشكيلها.

وهناك شواهد كثيرة من الشواطئ المرفوعة (على سبيل المثال) على الساحل الغربي والجنوب الغربي لشبه جزيرة قطر، وخاصة في شبه جزيرة أبروق، ومنطقة دخان، ومن المحتمل أن ينتمي بعضها إلى أرصفة تحاتية Erosion Platforms، وهي سطوح قطعها البحر أثناء فترات توقف ارتفاع مستواه، بحيث تتفق مع متوسط مستوى المد المنخفض آنذاك، تظهر مقدماتها الصخرية التي ما تزال مغمورة بالمياه واضحة حول محيط رأس شبه جزيرة أبروق، وأمام رأس عوينات وعشيرج ورأس ركن، واعتبر (Houbolt 1957) أن هذه السطوح عبارة عن سهول مزدوجة In Paris، بمعنى أن هناك مستويات مؤقتة تغطيها تراكمات بحرية A Surface of Accumulations، ومستويات تحاتية بحرية النشأة توجد على اليابس A Surface of Marine Abrasion، يفصل بينها خط شديد الانحدار يطلق عليه «خط الشاطئ الحفري Fossil Coastline».

ومن الجدير بالملاحظة، أن رواسب الكثبان الرملية الملتحمة بمواد كربونية Carbonate-Cemented Sand Dunes، تتراوح في عمرها وفق تقديرات (Skipwith 1973, p.144) ما بين (٣٠٠٠٠-٢٠٠٠٠) سنة ق م، فقد أطلق عليها تعبير رواسب الميليوليت Miliolite التي تحتوي - علاوة على المادة الكربونية اللاحمة - على حطام صدفي بحري Shelly Debris، وسرنيات Ooliths أعيد تشكيلها Re-Worked بفعل الرياح السائدة التي أضفت عليها النمط الطباقي، وتنتشر بشكل واضح في جنوب قطر.

ويعتقد بأن الرواسب الرملية هذه، انتقلت من العربية السعودية خلال هذه الفترة التي تميزت بمراحل توقف وثبات، عبر منطقة سلوى التي تفرغت من المياه أثناءها، إلى شبه جزيرة قطر حيث استقر بعضها، ومنها إلى أبو ظبي، ويدعم هذا الاحتمال بعض المؤشرات المتمثلة في أرصفة بحرية ضحلة، تقع إلى الشرق من

قطر، خاصة شطوط اللؤلؤ العظيمة، فضلا عن الرواسب الكربونية الحالية لخليج سلوى التي تعلو الرمال الكوارتزية المفككة Uncemented، فإذا صحت هذه الافتراضات، فإن الكثبان الرملية المتبقية على السطح والتي يميزها جناح Flank جنوبي شديد الانحدار، تتفق مع الرصيف (-١٠) قامة أي (١٨) مترا، وهي بعينها قطعها أثناء فترة توقف لاحقة الرصيف (-٥) قامة أي (٩) أمتار، ويقودنا هذا الربط إلى أن تأريخ هجرة الكثيب الرملي الأخير عبر خليج سلوى كما ذكر (E.A.Shin 1973)، ينحصر فيما بين (٨٠٠٠-٧٠٠٠) سنة ق م.

استمر البحر بعد فترة فيرم الأوسط بالارتفاع التدريجي، أي قبل نحو ما بين ٢٠٠٠٠-١٧٠٠٠ سنة قبل الميلاد، وأنه وصل إلى مستواه الحالي قبل حوالي ٥٠٠٠ سنة (P.Kassler 1973 p. 27)، وذلك في سلسلة من الموجات السريعة المتقدمة Rapid Advances، كانت تفصلها فترات توقف Stillstands (شبه ثبات) عند مستويات (-٤٠م، -١٥م)، كما أشرنا سابقا، هذا الارتفاع عرف **بالطغيان الفلاندري** Flandrian Transgression، غطى البحر أثناءه مساحات شاسعة من منطقة الخليج، وخاصة خليج سلوى، ويستدل على عمليات الارتفاع التدريجي لمستوى سطح مياه الخليج، وطغيانه على اليابس المجاور وعلى شواطئه القديمة، من انتشار الحواجز المرجانية المغمورة في شرق وجنوب شرق وشمال غرب قطر، وخاصة عند كل مرحلة ارتفاع في منسوبه، كما تشير الرواسب السرئية ذات النسيج الخشن Coarse-Grained Oolitic التي تعود في عمرها إلى ما بين ١٠٠٠٠-١١٠٠٠ سنة ق م (P. Kassler 1973 p.22)، ورواسب الطين الأراجونايتي Aragonitic Mud (راجع ص١٢٢) - والمتمثلة جميعها في خليج سلوى ومناطق انتشار السبخات - على حدوث فترات كانت تتوقف خلالها حركات تقدم المياه نحو الشواطئ القديمة.

من أهم الملامح الرباعية، خاصة الفترة الواقعة بين (١٠٠٠٠-٥٠٠٠) سنة ق م خليج سلوى الذي يحدد تأريخ منقولات حصى الأودية الرباعية القديم، والكثبان الرملية من العربية السعودية إلى قطر فأبو ظبي، وقد أوضح (G.R.varney) بأن حافة البحرين ربما ارتفعت أثناء هذه الفترة، بدليل أن الأرصفة البحرية الهولوسينية ضمن خليج سلوى ترتفع إلى (-١٠، -٥) قامة أي ما بين

(١٨ ، ٩م)، وتشير الملامح الحاليـة لحافة البحرين أن البحـر أثناء ارتفاع مياهه في الهولوسين لا يمكن أن يتوغل في منطقـة خليج سلوى القديمة، إلا إذا بلغ منسوبه ضمن حدود هاتين القـيمتين على أقل تقدير، ويعتـقد بأن الرصيف الذي يقع عند منسوب (١٨م)، يعـود في عمره إلى (٨٠٠٠) سنة ق م، والـرصيف الذي يرتفع (٩م) يرجع إلى حوالي (٦٠٠٠) سنة ق م.

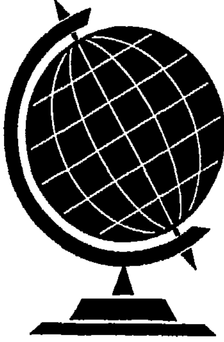
وفي نهـاية فـتـرة البـلايسـتـوسين - الهـولوسين، أي منذ حـوالي (٨٠٠٠-٧٠٠٠) سنة ق م حدثت هجرة هولوسينية لآخر كثيب رملي عبر منطقة يحتلها حاليا خليج سلوى، فلئن صحت تقديرات (E.A.Shin 1973) السابقة، فإن هذه الهجرة الأخيـرة تتفق وتأريخ الرصيف الذي يرتفع (١٨م) في خليج سلوى، ويرجح بأن أجزاء من منطـقة خليج سلوى كانت مـا تزال بعيدة عن الغـمر الكلي بمياه البـحر وقتـذاك، انسجاما - من ناحـية - مع فتـرات الـتـوقف التي كانت تتخلل فترة فـيرم الجليدية، أو استجابة - من ناحية ثانيـة - للانسداد الهولوسيني Blockage لخليج سلوى بسبب حـركة رفع حافـة البحرين من جانب، وعـمليات إرساب من جانب آخر (Kassler 1973 p.22)، وهو تأكيد لما ذكره (G.R.Varney) من تعرض المنطقة لحركة رفع محلية.

وتبعـا لاستمـرار تعرض كتلة الجليـد الهائلة في العـروض الباردة للذوبان، ارتفع مستـوى سطح البحر في الخليج عن منسوبه الحالـي خلال فترتين متعـاقبتين حسب مـا أشار (**حسن أبو الـعينين ١٩٨٦ ص٤٢**)، بلغ ارتفاع المـياه في الأولى (٧م) ووصل منسوب المياه في الثانية وهي أحدث (٣م)، ويلاحظ أن الفترة الأولى تتفق مع فـترة تكون المدرج الفلاندري الهـولوسيني Flandrian Transgression of the Holocene (Kassler 1973)، (Abou El Enin 1973). فقـد شاهد البـاحث على طول أجزاء من السواحل الشمـالية الغربية والغربية لشبـه جزيرة قطر، خاصة شبه جـزيرة أبروق ومنطقة دخان، ومن أمام سـواحل مدينة الشمال بـاتجاه الغرب حتى عشيرج، عددا من المدرجات قطعتها الأمواج Wave-Cut Benches وتقع عند مسـتوى (٣م) فوق مـستوى سـطح البحر، وتتـمثل بوضوح فـي مناطق الجروف الساحليـة المطلة على البحـر في شبه جـزيرة أبروق، وقد أشـار (Kassler 1973)



إلى انتشار هذه المصطبة ذات النشأة الحديثة على طول سواحل العربية السعودية والبحرين المطلة على مياه الخليج، وافترض بأن عمرها لا يزيد على (٣٠٠٠) سنة ق م.

كما لاحظ (Johnson 1978, p. 57) بقايا لمصطبة بحرية تقع على طول السواحل الشرقية للعربية السعودية وخاصة في منطقتي رأس تنورة والجبيل، يتراوح منسوبها ما بين (٢-٣م)، وقد تبين له من خلال تحليله للأصداف البحرية Oyster Shells والـ Cardies والـ Pectes بطريقة كربون ١٤ C14 أن عمرها يرجع إلى حوالي (٤٠٠٠) سنة قم، علاوة على ما ذكره (G.Evans 1969) من خلال تحليله لحوالي (٣٦) عينة من رواسب السبخات الساحلية لأبو ظبي بطريقة كربون ١٤، بأن منسوب سطح المياه في الخليج انخفض منذ (٣٧٥٠) ق م، وتراجع عن المناطق التي كان يغمرها مخلفا وراءه مصطبة حديثة تعلو سطح البحر بمقدار (٣م)، ورجَّح كذلك أن الخليج وصل إلى مستواه الحالي قبل حوالي (١٠٠٠) سنة ق م.



الفصل الثالث

چيومورفولوچية شبه جزيرة قطر

أولا: الأشكال الساحلية.

ثانيا: السبخات.

ثالثا: الأحواض المغلقة (المنخفضات)

رابعا: المسل المائية والأودية الجافة.

خامسا: التلال والشواهد الجيرية وخصائصها.

سادسا: الأشكال الرملية الهوائية.

تبين من دراستنا السابقة لطبوغرافية قطر أن السطح فيها عبارة عن سهل حجري فسيح باهت المعالم، تنعدم فيه التعقيدات التضاريسية إلا ما ندر، ويتميز بانحدارات خفيفة في مجمله، تغطيه مفتتات حصوية متفاوتة الأحجام والأشكال تعتبر محصلة لعوامل التجوية وخاصة الميكانيكية منها، ولهذا يطلق على سطح قطر مورفولوجيا بسطح الحماد الحجرية، والحماد إحدى سمات المناطق الجافة، وقد ساهمت البنية الجيولوجية وعوامل التشكيل الخارجية في نشأة سهل الحماد وتكوينه في شبه جزيرة قطر، فقد عرفنا أن قبة قطر الرئيسية (القوس القطري) تميل على جانبيها ميلا لطيفا مما طبع السطح الأصلي أيضا بانحدارات خفيفة، وأن البنيّات المحلية التي لم تظهر آثارها على السطح الأصلي بشكل واضح قد أبرزت حدبة دخان على شكل تل طولي له خصائصه المورفولوجية وشخصيته المستقلة.

كما لعبت الصخور الجيرية التي تشكل معظم سطح شبه جزيرة قطر دورا أساسيا في تكوين الحماد القطرية، ساعد في ذلك تفاعل هذه الصخور المتجانسة نسبيا مع العديد من العوامل أهمها: عوامل التجوية والرياح والسيول، ومن ثم تشكلت على سطح الحماد أنواع متباينة في نشأتها كذلك من الظاهرات الجيومورفولوجية، يمكن أن نصنفها تبعا لذلك على النحو التالي: (خريطة رقم ٣-١)

أولا: الأشكال الساحلية. ثانيا: السبخات.

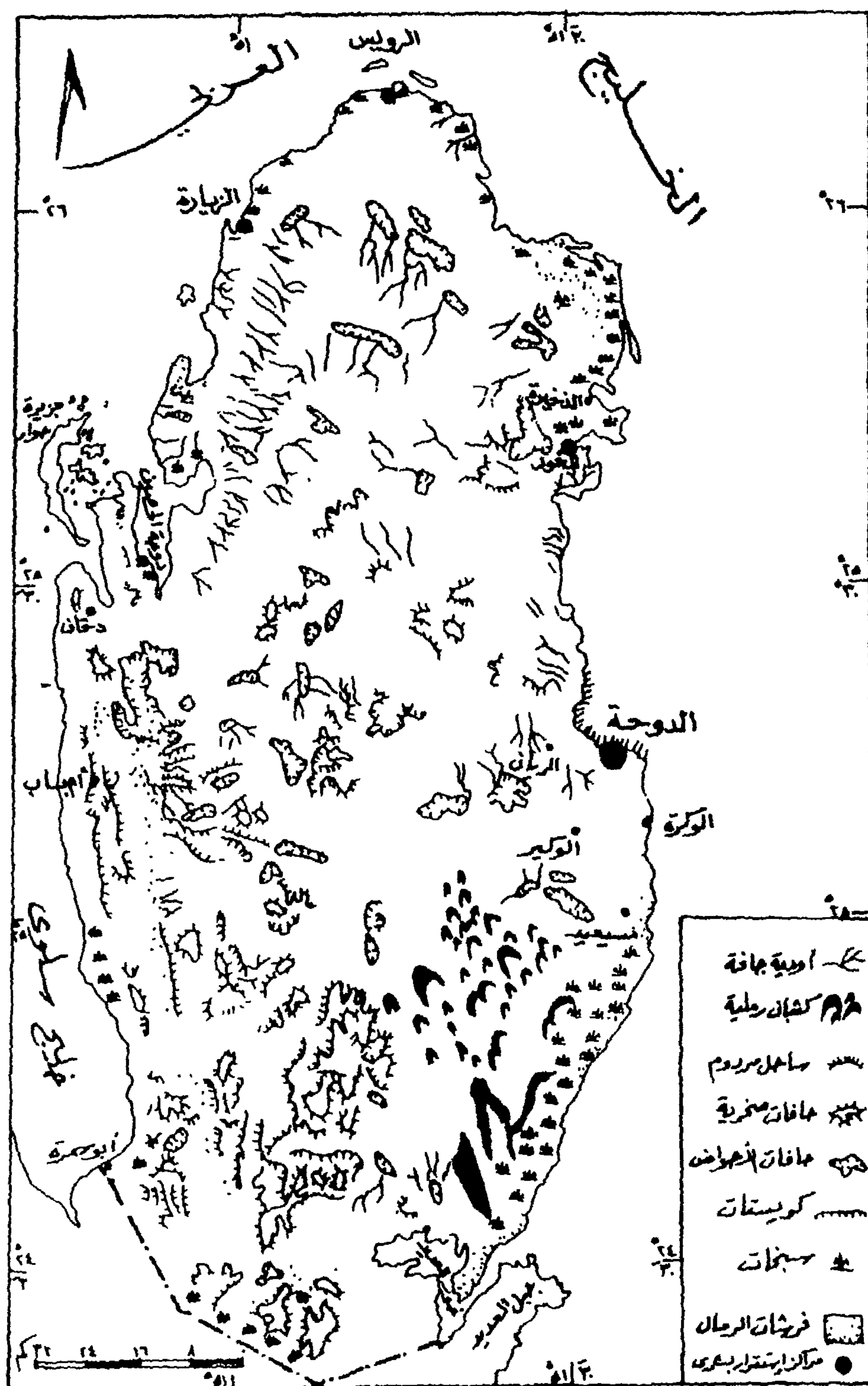
ثالثا: الأحواض المغلقة (المنخفضات). رابعا: المسل المائية والأودية الجافة.

خامسا: التلال والشواهد الجيرية وخصائصها.

سادسا: الأشكال الرملية الهوائية.

أولا: الأشكال الساحلية:

تحظى شبه جزيرة قطر بسواحل طويلة نسبيا بالمقارنة مع سواحل البحرين وبعض الدول العربية، فكان لهذا أثره في توجه السكان نحو البحر واستغلال ثرواته الطبيعية، ولما كانت مساحة شبه الجزيرة تبلغ (١١٧٥٠) كم٢، وطول ساحلها البحري يبلغ (٦٥٠) كم تقريبا، فإن هذه القيم تعطينا نسبة تساوي (١ : ١٨,١)، بمعنى أن كل (١٨,١) كم٢ مساحة يكون نصيبها (١) كم ساحل



شكل رقم (٣-١)

خريطة مورفولوجية لشبه جزيرة قطر

من شبه جزيرة قطر، وفي حالة البحرين التي تبلغ مساحة جزرها مجتمعة أكثر من نصف مساحة شبه جزيرة قطر بقليل، فإن أطوال سواحلها تختلف من جزيرة إلى أخرى، فجزيرة البحرين تبلغ مساحتها (١٣٠) كم٢، بينما يزيد طول ساحلها على (١٦٠) كم، وهذا ما يعطينا نسبة تساوي (١ : ٢,٩)، أي أن كل (٢,٩) كم٢ مساحة يصيبها (١) كم ساحل، وهي بهذا أكثر حظا من قطر، إلا أن نسبة الأخيرة عالية إذا ما قارناها بنسبة بعض الدول العربية، فهي في العراق (١ : ١٠٠٠٠)، وفي الأردن (١ : ٤٥٠٠).

تتخذ سواحل قطر اتجاها طوليا شمالي - جنوبي، يتفق مع محور القوس القطري، وقد كان لكل من الحركات التكتونية الرافعة والضاغطة، ومحصلة الرياح الشمالية الغربية الثابتة على مدار السنة، وحركة مياه البحر والأمواج والتيارات البحرية، وكون السواحل الشرقية والشمالية تشرف على مياه الخليج التي تتميز باتساعها وعمقها نسبيا، والسواحل الغربية التي تطل على مياه مقعر سلوى الضحل، أثرها في عمليات النحت والإرساب وتجديد المياه، وبالتالي تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية التي تتباين فيما بينها من ناحية، وعلى طول السواحل الشرقية والغربية من ناحية ثانية.

ولئن كان الساحل القطري يتميز بالبساطة، فهو يعج بالعديد من التعاريج العميقة التي يمكن أن نطلق عليها (التداخلات الساحلية) وتتمثل في ظاهرات الدوحات أو الأخوار (الخلجان) التي تبرز منها رؤوس صخرية، ومجموعة من البحيرات الساحلية التي تطغى في كثير من المواقع على المظهر الجيومورفولوجي لسواحل شبه الجزيرة، ويبدو أن الأشكال الجيومورفولوجية الساحلية وما يرتبط بها من تداخلات مجهرية ما هي إلا نتاج العلاقة المتبادلة بين التركيب الصخري وكل من الحركات التكتونية وعوامل النحت والإرساب البحري اللاتي يتحكم فيها تصنيفا وتوزيعا، ولإدراك هذه العلاقة لابد من التمييز بين الظاهرات الناتجة عن عمليات النحت والإرساب، مع الإشارة إلى بعض الظاهرات التكتونية؛ لأن لها علاقة بعملية النشأة.

ويمكن تصنيف الأشكال الساحلية إلى التالي:

* التداخلات الساحلية. * أشكال الإرساب البحري.

* أشكال النحت البحري.

١- التداخلات الساحلية: Coastal Intrusions

يكتنف الساحل القطري العديد من التقوسات الساحلية سواء أكانت هذه التقوسات ألسنة مائية متعمقة في اليابس لبضع كيلومترات، ما زالت على اتصال بالبحر عبر قنوات أو فتحات ضيقة، تميزها أشكال وامتدادات مختلفة، أم أنها رؤوس صخرية بارزة ترتبط بها، وفي كلتا الحالتين تعتبر ذات أهمية كبيرة في حياة السكان، فقد وجدوا في مياهها الضحلة الحماية من غارات البدو وأمواج البحر، واتخذوا من رؤوسها مستقرا لهم، فالمدقق في خريطة قطر يلاحظ أن معظم المستوطنات البشرية التي تنتشر على طول الساحل القطري قامت على الرؤوس والخلجان، ولكي تتضح الصورة نحاول أن نركز من حيث النشأة على أهم التداخلات الساحلية وهي:

* **الخلجان:** ويطلق عليها الأخوار بشكلها المستطيل، أو الدوحات التي تتخذ شكلا مستديرا، وهي رغم اختلاف المسميات أشكال ذات أصول بنائية، نتجت بفعل حركات تكتونية أو بفعل التعرية، وتنقسم إلى قسمين أساسيين هما:

(أ) الخلجان البسيطة. (ب) الخلجان المركبة.

(أ) الخلجان البسيطة:

يوجد من هذا النوع ثلاثة خلجان تقع جميعها على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، ويمثلها:

١- خليج زكريت. ٢- دوحتا أم الماء وأسيود. ٣- دوحة ابن رحال.

(١) خليج زكريت:

يقع على الساحل الغربي، ويفصل بين النصف الجنوبي لشبه جزيرة أبروق الذي يمتد على طول ساحله الشرقي، وشبه جزيرة دخان التي تمتد على طول ساحله الغربي، ويلاحظ أن في الإمكان التمييز بين قسمين يتفق الحد الفاصل

بينهما مع أضيق اتساع له، إذ يرتكز في قسمه الشمالي على محور شمالي شمالي غربي - جنوبي جنوبي شرقي، وفي قسمه الجنوبي على محور شمالي - جنوبي، ويبلغ طوله من خط عـرض رأس دخان باتجـاه الجنوب في خط مسـتقيـم حوالى (٨,١) كم، ويتراوح عـرضه ما بين (١,١) كـم كحد أدنى، (٢,٦٥) كم كـحد أقصى (خريطة رقم ٣-٢).



عن: جميل إمبابي ١٩٨٤

شكل رقم (٣-٢)

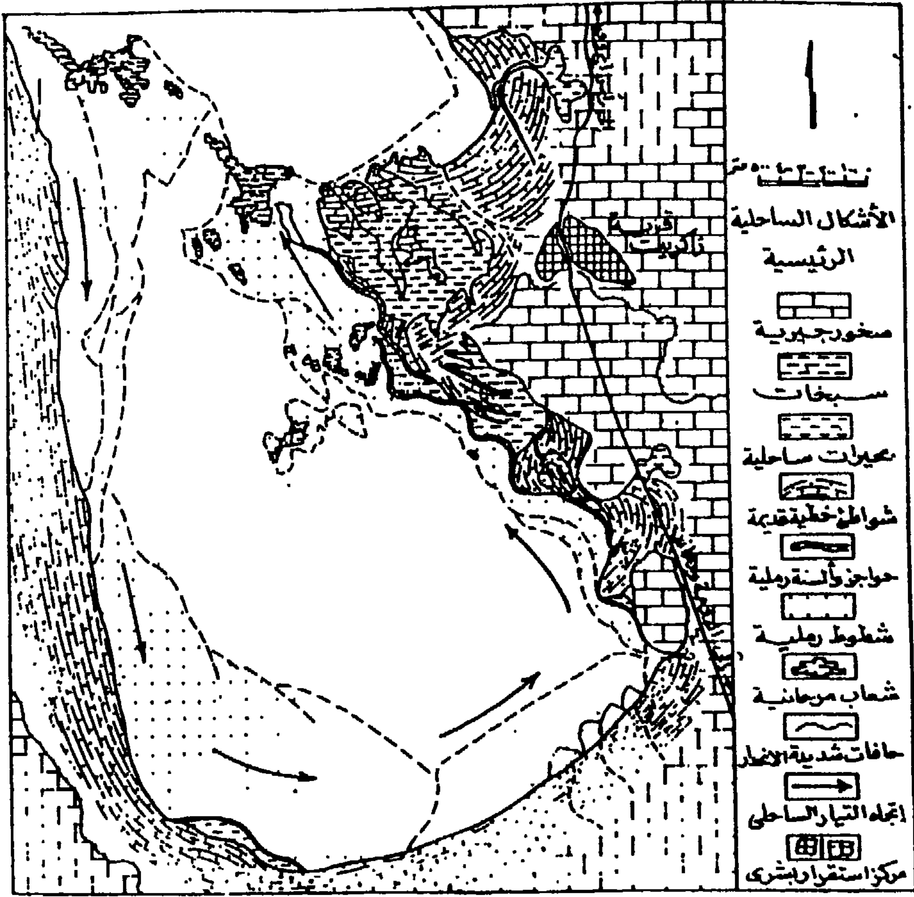
خريطة مورفولوجية لخليج زكريت ودوحة الحصين

ومن حيث النشـأة يمكن القول أن خليج زكـريت كتداخل مـائي في اليابس القطري عبارة عن النهاية الشـمالية لطية مقعرة تزامنت في فـترة تكوينها مع حدبة دخان التي تقع إلى الغرب منها، وموازية لها في الامتداد الشمالي - الجنوبي، كما أشارت إلى ذلك جميع الدراسات الجيولوجية (Kassler Fig 4, P. 16)، وعلى هذا الأساس فإن خليج زكريت ذو نشأة بنيوية.

أما من الناحيـة المورفولوجية فـهناك اختلاف بين القسمين الـشمالي والجنوبي لخليج زكريت، إذ تغلب على القسم الجنوبي الأشكال الناتجة عن الإرساب البحري، هذه الأشكال ما هي إلا محصلة لحركة الميـاه المحملة بالرواسب والتي تدفعها الرياح الشمـالية السائدة عبـر خليج زكريت باتجاه الجنوب، إذ تبـدأ عملية التـرسيب على الساحل الغربي وخاصة إلى الجنوب من الفرضه Jetty بشكل واضح، بدليل ضعف حركة المياه أو انتـشار بعض الشعاب المرجانية في قاعـه عند هذا الموقع، ثم تنحصر في شريط على الســاحل حتى الجزء الجنوبي الغـربي من الخليج حيث تتزايد عـملية الترسيب بشكل أكثر وضوحا، تقل بعـدها باتجاه الشرق والشمال على طول الساحل الشرقي، حتى تلـتحم مع إرسابات البداية عند خط عرض بيـر زكريت، ويعني هذا أن حركة المياه في خليج زكريت تنتظم في دورة تتفق وحركة الرياح في نصف الكرة الشمالي، فتتـبع الساحل الغربي ثم تتجه نحو الشرق مع الســاحل الجنوبي فالشمال مع الساحل الشرقي، إلى أن تخرج من الخليج.

من هذا العرض يتبين لنا أن هناك أشكالا ساحلية متنوعة منها:

* **الشطـوط الرمليـــة:** Sand Banks يلاحظ أن هذه الشـطوط تلازم خط الساحل وتوازيه، وتتفاوت تبـعا لظروف إرسابها اتساعا وانحـسارا، فنجدها تتسع في حالة تزايد انتشار الصخور المكونة للشعاب المرجانية، أو ضعف حركة المياه كما هو الحال إلى الجنوب من الفرضة (شكل رقم ٣-٣) حيث تمتد الشطوط عـرضيا إلى حوالي (٩٠٠)م، أو تغير اتجاهها وخاصة في الجنوب الغربي للخليج، بعرض قد يصل محوريا أي شمالي شرقي - جنوبي غربي إلى (١,٢) كم، في حين تمتد الشطوط الرملية على طول الساحل الشرقي في وضع غيـر متماثل، حيث يتقلص العـرض أمام الرؤوس الصـخرية البـارزة إلا في حـالة ما إذا تواجـدت الشعـاب



شكل رقم (٣-٣) عن: نبيل إمبابي ١٩٨٤

خريطة مورفولوجية للقسم الجنوبي لخليج زكريت

المرجانية، وعلى أية حال يبلغ العرض أدناه (٧٥) م، بينما يبلغ أقصاه (٠,٥ ١)كم، ويميزها في الركن الجنوبي الشرقي نمطها القوسي المقعر أو الهلالي Cuspate Form الذي يتفق وخط الساحل، أما في الشمال فتترسب كيفما شاء وحسبما تفرضه عليها كثافة الشعاب المرجانية وتوزيعها.

* **الحواجز والألسنة الرملية**: وتظهر فقط على الساحل الشرقي، وهي متصلة باليابس وتبدو هلالية الشكل، ويتراوح عرضها (١٥-٢٠)م، وطولها (٣٧٥)م.

* **الشواطئ الرملية الشريطية**: Linear Sand Beaches وتتخذ شكلا شريطيا يوازي خط الساحل وتتفق مع تعرجاته، وتتكون من بقايا القواقع البحرية والرمال

الشاطئية، وقد يتراوح سمك إرساباتها ما بين (٢-٣) م، كما يبلغ أقصى عرض لها إلى الجنوب من بير زكريت حوالي (٤٥٠)م، ساهمت كل من حركة المياه والأمواج البحرية في تشكيلها، ومن المحتمل أنها تكونت في فترات كان مستوى سطح المياه في الخليج أعلى منه في الوقت الحاضر، وهي من الحداثة بحيث لاتتعدى في عمرها فترة الهولوسين أي لا تزيد عن ستة آلاف سنة (راجع ص١٤٧).

* **البحيرات الساحلية:** Lagoons وقد تكونت على طول الساحل الشرقي وفي الزاوية الجنوبية الغربية للقسم الجنوبي لخليج زكريت، وطبقا لطريقة تكوينها نستطيع التمييز بين نوعين: ترتبط نشأة **النوع الأول**: بالحواجز والألسنة الرملية، ويتميز بصغر مساحته وضحولته وتأثره بحركة المد العالي، وتعتبر البحيرات الساحلية وكل من الحواجز والألسنة الرملية إحدى مراحل تطور خط الساحل القطري، ففي حالة تكوين حواجز وألسنة رملية تحجز خلفها بحيرات ساحلية، تأخذ هذه البحيرات في الامتلاء بالرواسب التي تجلبها الأمواج وحركة المياه أثناء المد العالي، ومع تكرار العملية تغدو هذه البحيرات في منأى عن مياه البحر لارتفاعها، وتصبح تدريجيا ضمن الشواطئ. بينما يتمي **النوع الثاني**: في الأصل إلى بعض المنخفضات المنتشرة في شبه جزيرة أبروق بقرب الساحل، حيث تتصل بمياه خليج زكريت عن طريق بعض المسل أو الأودية الجافة، وتتأثر هذه البحيرات بمدى حركة المياه مدا وجزرا.

يبدو أن القسم الشمالي من خليج زكريت أقل تعقيدا وأكثر عمقا من القسم الجنوبي، بيد أنهما يتشابهان في تكرار حدوث الصور الناتجة عن الإرساب البحري، إذ تشير (**الخريطة رقم ٣-٢**) إلى أن **الشطوط الرملية** عند مدخل الخليج وإلى الغرب من رأس دخان يزداد امتدادها صوب البحر بحكم انتشار الشعاب المرجانية التي ساهمت في ذلك، حيث يبلغ امتدادها (١,١) كم، يتناقص هذا الاتساع كلما تقدمنا نحو الجنوب، وينحصر في شريط يتراوح عرضه ما بين (٤٥٠-١٧٥) م حتى الفرضة، وهي على الساحل الشرقي لخليج زكريت أقل ظهورا إلا في المناطق المحمية وعند بعض الرؤوس البارزة وخاصة إلى الشمال من بير زكريت.

وقد تشكلت أيضا على الساحل الشرقي بعض **الألسنة الرملية** أحدها قبالة «أم القراقير» بعرض لا يزيد على (١٠٠) م وبطول يبلغ (٢١٠) م، ويتقوس طرفه

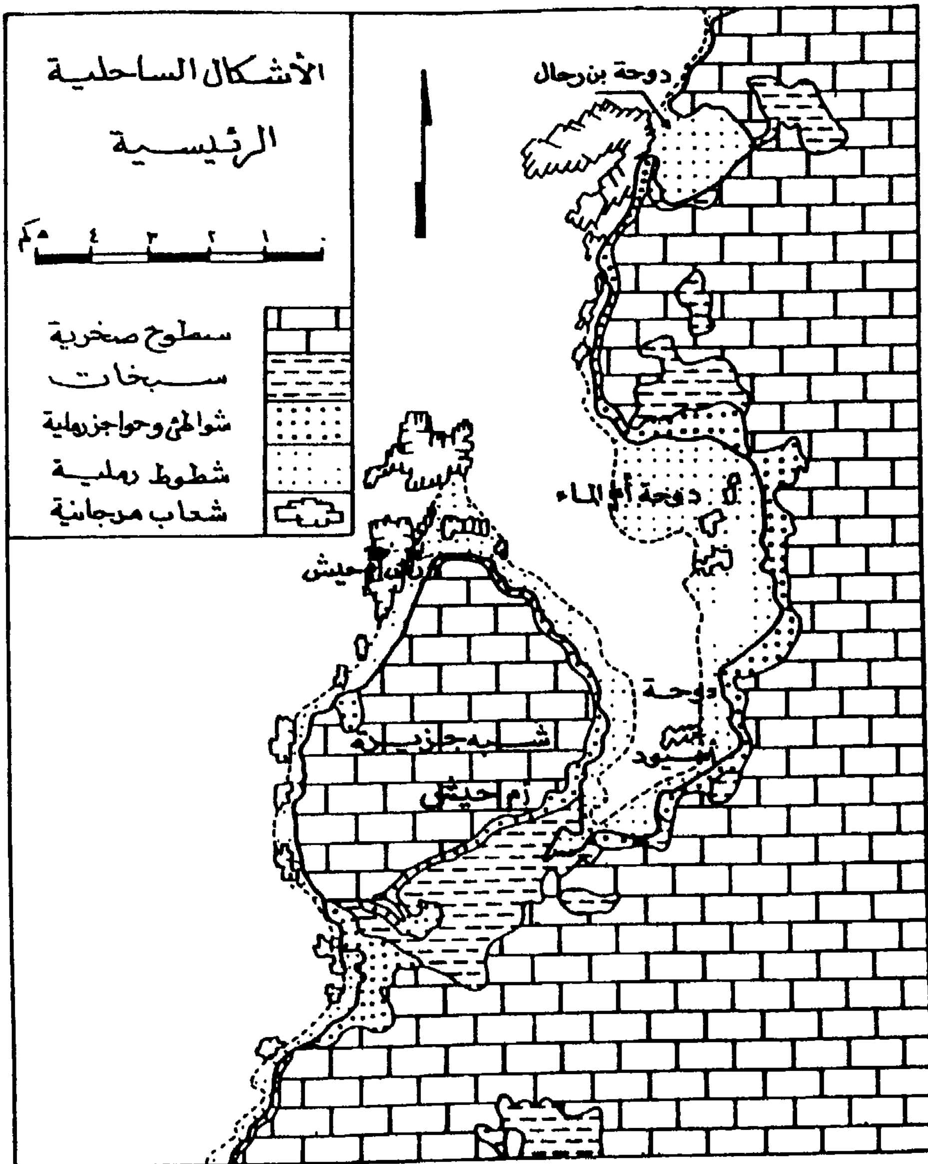
صوب الشمال متمشيا مع اتجاه حركة المياه والتيارات البحرية، تكونت على إثرها **بحيرات ساحلية** صغيرة تجاورها من ناحية يابس شبه جزيرة أبروق سبخات تغطي رقعا مساحية مجهرية، فضلا عن ظهور **الشواطئ الرملية القديمة** ذات الامتداد الشريطي، وهي كسابقتها تتكون من الرمال ومحارات قواقع Gastropod، ومتزامنة معها في فترة تشكيلها، غير أنها أقل اتساعا نظرا لتزايد انحدارات الشريط الساحلي وخاصة على الجانب الغربي لخليج زكريت شمال الفرضة.

(٢) دوحتا أم الماء وأُسَيّود: Dawhata Umm Al Ma' & Usaywid

وهما إحدى أشكال التداخلات الساحلية (**خريطة رقم ٣-٤**) وتنحصران بين اليابس القطري وشبه جزيرة أم حيش، وتتفقان في امتدادهما بين الشمال والجنوب مع خطي عرض الصعلوكية والسويحلية على التوالي والذي يبلغ في حدود (٧,٨)كم، وتعرف في القسم الشمالي بدوحة أم الماء، وفي القسم الجنوبي بدوحة أسيود، ويبلغ أقصى اتساع لهذا التداخل بين الطرف الشمالي الشرقي لشبه جزيرة أم حيش واليابس القطري حوالي (٤,٨) كم، يتناقص بالاتجاه نحو الجنوب بحيث لا يتعدى اتساعه عند طرفه الجنوبي (٥٠) م، ويلاحظ أن السواحل الشرقية لهذا التداخل تبدأ شبه مستقيمة من رأس الظبية باتجاه الشرق فالجنوب حتى أم الماء، ثم يزداد تقوس الساحل نحو اليابس تقوسا يبدو في بعض القطاعات حادا، هذه التقوسات توحي بأنها تأثرت بأنظمة المفاصل والشقوق التي تكتنف الساحل الغربي لشبه الجزيرة، فظهرت بشكلها الحالي.

تسود هذا التداخل أشكال إرسابية تتمثل في **الشطوط الرملية**: فهي على الساحل الشرقي أكثر اتساعا منها على الساحل الغربي، إذ يتراوح اتساعها في الأول ما بين (٦,٢-٢,٠) كم، وفي الثاني (٧,٠-٢,٠) كم، وتعليل ذلك أن حركة المياه الشمالية الغربية - الجنوبية الشرقية تسير موازية لخط الساحل الغربي، بينما تبدو السواحل الشرقية من واقع حركة المياه واتجاهها عمودية عليها، الأمر الذي ساعد على ظهور تموجات على سطوح الشطوط من ناحية، وعلى أن خطوط الترسيب تتفق واتجاه حركة المياه من ناحية ثانية، أما **الألسنة الرملية**: فتكاد تتوفر ظروف تكوينها على الساحل الغربي وخاصة في النصف الجنوبي منه دون الساحل





شكل رقم (٣-٤) عن: نبيل إمبابي ١٩٨٤

خريطة مورفولوجية لدوحات بن رحال وأم الماء وأسيود وشبه جزيرة أم حيش

الشرقي، ويعزى عدم تشكلها على الساحل الشرقي لكثافة الرواسب، وعلى طول الأجزاء الشمالية للساحل الغربي لسرعة حركة المياه، وربما لشدة انحدار خط الساحل نسبيا، وما يميز الألسنة الرملية هنا أن رؤوسها المستدقة تواجه الجنوب الشرقي، وأن أطوالها لا تزيد على (٤٧٥) م، وعرضها على (٢٦) م، وهي كالعادة تحصر بحيرات ساحلية بل وتكون سببا في نشأتها.

من الأشكال الرسوبيـة الأخرى **الشواطئ الرمليـة الشريطية**: وهي شواطئ قديمة تشكلت أثناء فتـرة الغمر الفلاندري على الساحـلين الشرقي والغربي، ولكن يلاحظ أنهـا تتـفاوت في اتســاعهـا من مـوقع إلى آخـر عـلى نفس السـاحل، وكذلك فيـما بين الساحلين الشرقي والغربي، فـضلا عن أن هذه الشواطئ تكونت على أطـراف السبخة الواقعـة جنـــوب جزيرة أم حيش، ويعني ذلك أن جـــزيرة أم حيش بـقيت منفصـلة عن اليابس القطري حـتى آخر فـترة جليدية حـدثت في الهولوسين.

(٣) دوحة ابن رحال:

تقع إلى الشــمال من دوحـتي أم الماء وأسيـود (**خريطة رقم ٣-٤**)، وإلى الغـرب من العـقلة Uqlah والجنوب من المشـرفـة Al-Mushrifah وهي تداخل ساحلي صغير لا يزيد أقصى اتســاع لها بين الشمال الغربي والجنوب الشرقي على كيلو متـر واحد، تتصل بمياه الخليج العربي عـبر فتحة يبلغ اتسـاعها (٠,٧) كم، وتتخذ شكلا مستديرا، باستثناء ساحلها الجنوبي الذي يمتد من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، وساحلها الشرقي الذي يرتكز على محور شمالي شمالي غربي - جنوبي جنوبي شرقي، ولعل بعض أنظمـة الشقوق والمفاصل كـان لها دور أساسي في تحديد اتجاهات هذين الساحلين، وانطباعهما بنمط مستقيم.

وما يلفت الانتـباه أن قاع دوحـة ابن رحال مـغطى كليا **بالشطوط الرملية**، ساعد على ذلك وجود بعض الشعاب المرجانية وخاصة عند مدخل الدوحة، ولهذا تميـزت بماء ضِحَـال (بالكسر) وعلى وجـه الخصـوص المدخل الذي تعتـري سطح شطوطه الرملية هنا بعض التـموجات، وتشاهد بعض الألسنة الرمليـة القديمة تمتد موازية للساحل الشرقي، تتشعب منها ألسنة صغيرة أحدث عمرا منها.

(ب) الخلجان أو الأخوار المركبة:

وتمثلها أربعة خلجان وهي:

* دوحة الحصين وتقع على الساحل الغربي.
* خور الشقيق (الخور).
* خور الذخيرة.
* خور العديد.

وتقع الأخوار الثلاثة الأخيرة على الساحل الشرقي.

(١) دوحة الحصين: Dawhat Al Husayn

تقع على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، وإلى الشرق من شبه جزيرة أبروق، التي تفصلها عن خليج زكريت (**خريطة رقم ٣-٢**)، وتمتد طوليا لمسافة (١٩,٤) كم بين الشمال والجنوب، بينما يبلغ أقصى اتساع لها (٦,٥) كم، أما إذا وضعنا في الاعتبار دوحة فيشاخ فإن عرضها يصل إلى حوالى (١١,٥) كم، ودوحة الحصين عبارة عن تداخلات ساحلية، منها الدوحة نفسها، والبحيرات الجنوبية، ودوحة فيشاخ في الشمال الشرقي.

ويتبين أن الجزء الجنوبي من دوحة الحصين عبارة عن بحيرات ثلاث متداخلة تتصل ببعضها بواسطة فتحات ضيقة، أكبرها البحيرة الجنوبية حيث تبلغ أبعادها بين الشمال والجنوب أو بين الشرق والغرب في حدود (٣) كم، وتغطي قاعها **الشطوط الرملية** المختلطة برواسب طينية غدت على إثرها أكثر ضحولة من الأخريات، تتخللها العديد من **قنوات المد**، وتبرز وسطها بعض الجزر المجهرية والرؤوس الصخرية، أهمها الحاجز الصخري الذي يفصلها عن البحيرة الثانية، ويرتكز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، في هذا الحاجز فتحتان تفصلهما جزيرة صخرية ساهمتا في تدفق المياه نحو الجنوب إلى البحيرة التي أضحت جزءا من دوحة الحصين، وهناك شواطئ رملية شريطية قديمة تمتد على طول الساحل الجنوبي للبحيرة وتنتمي لفترة الهولوسين.

أما البحيرة الثانية فتقع إلى الشمال الشرقي من البحيرة الجنوبية وعلى الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، تتصل مباشرة بدوحة الحصين عبر فتحة يبلغ عرضها حوالي (١,٣) كم، ويبدو أن العوامل البحرية كان لها أكبر الأثر في نشأتها بدليل الأشكال المورفولوجية لسواحلها والتي تتمثل في الحواجز والألسنة والخطاطيف الرملية الممتدة في البحر، ويبلغ اتساعها بين الشرق والغرب في حدود (٢,٢) كم، وبين الشمال والجنوب (٣,٢) كم.

تتميز سواحل هذه البحيرة بأشكال ناتجة عن عملية الإرساب البحري أهمها: الحواجز والألسنة والخطاطيف الرملية والشواطئ الشريطية القديمة والبحيرات



الساحليـة المجهـرية، التي ترتكز على محـور شمالي - جنوبي ممـا يؤكد على أن حركة المياه التي ساهمت في تكوينها تتجه من الشمال إلى الجنوب، وهناك خطاف مـعقـوف يقع عند المدخل الـشمـالي الشـرقي للبـحيـرة، يبلغ طوله في حـدود (١,٧)كم، ويتراوح عرضه بين (٣,٠-٥,٠) كم، تتفـرع منه ألسنة رملية صغيرة تمتد بنـفس الاتجاه المعقـوف حتى أنهـا لتكاد تلتحم بالسـاحل مما أدى إلى تكوين بحيرة شـبه مغلقة. كما تكـونت مجموعة من الخطاطيف والألسنة الرمليـة المركبة والمعقدة على طول الساحل الغربي.

وتتميز البحيرة الثالثـة بشكلها الطولي ذي الاتجاه الشمالي الغربي - الجنوبي الشـرقي، حـيث تمتد لمسـافـة (٣,٥) كم، وهي تتـسع في الجنوب (١,٦) كم، وتضيق كلما اتجهنا نحـو الشمال الغربي ليبلغ عرضها عنـد مخرجها (٠,٥) كم، هذا المخرج عبارة عن فـتحة ضيقة تمثل إحدى قنوات المد والجـزر وتنتهي بدلتا من دلتاواتهـا، تغطي قاع البـحيرة الشطـوط الرملية، الأمر الذي أحـالها إلى بحـيرة ضحلة، كما تميزها الشواطئ الرملية الشـريطية القديمة، وخاصة على طول ساحلها الغربي الذي تمـتد منه ألسنة رملية تـتجه نحـو الجنوب الشرقي، مما يشـير إلى أن حركة المياه تتجه من الشمال إلى الجنوب، وتتراوح أطوال مجموعة الألسنة الرملية ما بين (٢,٠-٤٥,٠) كم، ولا يزيد أكثرها اتساعا على (١٠٠) م.

أما «دوحة فيشاخ» (خريطة رقم ٣-٢) فيمكن اعتبـارها - بحكم انفتاحها على دوحة الحصين من جهة الغرب - البحيرة الرابعة من بحيراتها، مع أنها بحيرة مستقلة، وهي تداخل يبدو أنه شبه دائري يتوغل في اليابس القطري لمسافة (٣,٧) كم بين الشـرق والغرب، ونحـو القيـمة ذاتهـا بين الشمـال والجنوب، وهي على اتصال بدوحة الحـصين عبر فتحـة يبلغ اتساعها (١,٢) كم، يغلف دوحة فـيشاخ إطار من السبـخات وخاصـة الجزء الشمـالي، وأشرطة الشواطئ الرمليـة القديمة، وتشير هذه الشواطئ إلى أن سبخة فيشاخ كانت ضمن البحيرة في الهولوسين، بيد أنها امـتلأت - مع الزمن - بالرواسب فانحـسرت عنها مـياه البحـر آنذاك بعد أن انخفض منسوبه فتحولت إلى سبخة، ولا يزال ذراع من البحيرة يمتد داخل السبخة في اتجاه شمالي - شرقي شاهدا على ذلك. وإذا ما اسـتمرت عملية الترسيب في



قاعها، فإن دوحة فيشاخ ستغدو سبخة حالها في ذلك حال سابقتها، فيما عدا القطاع الأوسط من مدخلها الذي يبدو على شكل قناة عميقة.

أما الأشكال الناتجة عن الإرساب البحري في دوحة فيشاخ، فيمكن حصرها في الشواطئ الرملية الشريطية القديمة، والخطاطيف والألسنة الرملية، والشطوط الرملية، ودالات المد والجزر، إذ لا تقتصر الشواطئ الرملية في امتدادها على الجوانب الشرقية والجنوبية والشمالية الغربية للبحيرة، وإنما تغلف جوانب السبخة، مما يؤكد على أن هذه السبخة كانت جزءا من البحيرة التي تراجعت حال امتلاء موقع السبخة الحالية بالرواسب، وهي من الحداثة بحيث لم تتكون بعد شواطئ رملية على الجانب الشمالي والشمالي الشرقي للبحيرة.

ويلاحظ أن شواطئ دوحة فيشاخ لا تخلو من **الخطاطيف والألسنة الرملية**، وهي من الأنواع الصغيرة التي تتراوح أطوالها ما بين (٤٥, ٠-١, ١) كم، وعرضها ما بين (٣٥, ٠-٤٥, ٠) كم، وتتفاوت الخطاطيف والألسنة الرملية في امتدادها على سواحل البحيرة، إذ تمتد عند مدخل البحيرة بين الشرق والغرب وتتصل باليابس من أطرافها الغربية، بينما تتصل تلك التي تكونت على السواحل الشرقية من أطرافها الجنوبية، وتوحي هذه الخصائص إلى أن مياه الخليج التي تدخل البحيرة تتحرك في اتجاه مواز لسواحلها الجنوبية الغربية فالجنوبية ثم الشرقية فالشمالية أي بعكس اتجاه عقارب الساعة، وهي جميعا تحصر خلفها بحيرات مجهرية.

ومن **دالات المد والجزر** ثنتان، وهما من الظاهرات الرسوبية المجهرية، حيث تمتدان (٢٢٠) م في مياه البحيرة، تقع **الأولى** عند مدخل دوحة فيشاخ مقابل السُمَيّح As Sumayyih حيث مخرخ السبخة، وتقع **الثانية** في الجزء الجنوبي الشرقي من البحيرة عند الفتحة التي تفضي إلى السبخة، والتي تعتبر هي وسابقتها من أشكال الغمر البحري.

أما الأجزاء المتبقية من دوحة الحصين فتسودها الأشكال الإرسابية البحرية التالية: الشطوط الرملية، الشواطئ الرملية الشريطية القديمة، الخطاطيف والألسنة الرملية، **فالشطوط الرملية** في دوحة الحصين عبارة عن أشرطة تمتد بمحاذاة خط الساحل وتوازيه، وقد تتفاوت في اتساعها، إذ بقدر ما يتوافر انتشار الشعاب المرجانية ويتغير خط الساحل بقدر ما تتسع ويتزايد عرضها، وتعليل ذلك أن حركة

المياه في مواقع الشعاب وتغيرات خط الساحل تقل سرعتها مما يسمح بعمليات الترسيب وبالتالي تتسع رقعة الشطوط.

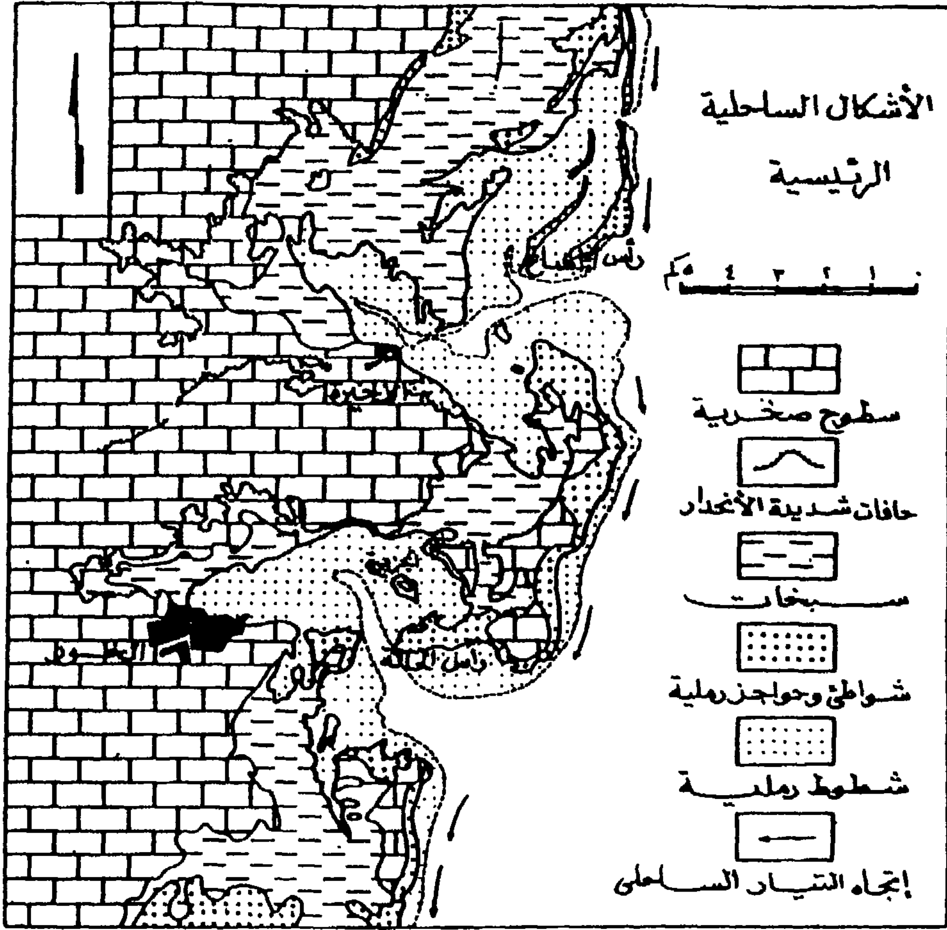
فيما تكونت الشواطئ الرملية الشريطية القديمة على طول سواحل دوحة الحصين، يستثنى من ذلك قطاع يقع في الشمال الغربي ضمن سبخة أبروق، هذه السبخة الواقعة إلى الشمال الشرقي من شبه جزيرة أبروق كانت قبل أن تتكون في الهولوسين جزءا من دوحة الحصين، حدودها الشواطئ الرملية الواقعة في جنوب شرق الكتلة الصخرية التي تضم رأس أبروق، والتي كانت آنذاك عبارة عن جزيرة ساهم على اتصالها باليابس القطري امتلاء الجزء الواقع إلى الجنوب الشرقي منها بالرواسب، والذي أضحى سبخة فيما بعد، مثلها في ذلك سبخة فيشاخ وشبه جزيرة أم حيش.

أما الخطاطيف والألسنة الرملية فهناك خطافان مركبان هامان، يقع **الأول** على الساحل الغربي إلى الشمال الشرقي من سبخة أبروق، ويبدو أن هذا الخطاف ساهم بشكل فعال في نشأة السبخة واقتطاعها من دوحة الحصين، ولكنه ساعد في ذات الوقت على ربط الكتلة الصخرية بشبه جزيرة أبروق، ويقع **الثاني** على الساحل الشرقي متفقا في ذلك مع خط عرض بئر الحصين ويمتد لمسافة (١,١) كم باتجاه الجنوب.

(٢) خور الذخيرة وخور الخور:

يقع هذان الخليجان التوأم (**شكل رقم ٣-٥**) على الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، بين خطي عرض (٤٥ً ٣٨َ ٢٥ْ، ٤٨ً ٢٥َ ٢٥ْ) شمالا، وخطي طول (١٨ً ٣٠َ ٥١ْ، ٣٦َ ٥١ْ) شرقا، يتوغلان في اليابس باتجاه الغرب مسافة (٢,٧، ٨) كم على التوالي، ويلاحظ أن خور الذخيرة يتفرع إلى فرعين حدُّهما الفاصل مدينة الذخيرة، يتجه **الأول** نحو الشمال لمسافة تبلغ (٥,٧) كم، وينحصر بين سبخة القرن والخطاف الرملي الذي ينتهي برأسي أم صاع والقبقبة وتقع في وسطه الحمراء، **والثاني** يتجه نحو الجنوب إلى حوالي (٣,١) كم، بينما يمتد فرع لخور الخور من رأس القصاصير باتجاه الجنوب لمسافة (١,٨) كم.





عن : نبيل إمبابي ١٩٨٤

شكل رقم (٣-٥)

خريطة مورفولوجية لمنطقة الخور والذخيرة

ترتبط بخور الذخيرة وخور الخور أشكال مورفولوجية منها:

* أشكال ذات علاقة بتكوينات الرس والدمام.
* الشواطئ الرملية وقنوات المد والجزر.
* الشطوط والخطاطيف والألسنة الرملية.

تكتنف خور الخور وخور الذخيرة صخور الحجر الجيري والدلومايت العائدة لعصر الإيوسين، وهي تشرف على مياه الخور ومناطق السبخات بحافات صخرية شديدة الانحدار قد تصل ارتفاعاتها إلى (١٦)م فوق مستوى سطح البحر، وتشكل

هذه الحافات سلسلة متصلة في الداخل كما هو الحال في «أم قين»، ولكنها تتقطع كلما دنونا من مناطق السبخات ومياه البحر وتتحول إلى جزر كالجزيرة Al Jazirah الواقعة في خور الخور وأم الفار Umm Al Far الواقعة في خور الذخيرة.

يتبين أن هناك كتلا صخرية تقع عند الهوامش الخارجية للخليجين كانت تمثل جزرا، إلا أن استمرار عمليات الترسيب حولها وفي المساحات المائية بينها اتصلت باليابس القطري وأصبحت جزءا منه، ويدعم هذا القول مناطق السبخات والشواطئ الرملية الشريطية القديمة التي تشكلت بفعل الأمواج والتيارات البحرية المتجهة نحو الجنوب بمحاذاة الساحل. كما أن الحافات الصخرية التي كانت تمثل في الماضي جروفا بحرية قد ابتعدت عن الساحل إما نتيجة لانخفاض منسوب المياه في البحر آنذاك أو تواصل الإرساب وتشكيل مناطق السبخات التي حالت دون اتصالها مباشرة بمياه البحر في الوقت الحاضر.

وقد تضاربت الآراء حول نَشْأة خور الخور وخور الذخيرة، فالبعض عزاها إلى عوامل طبيعية كمياه المد والأمواج ورياح الشمال والتيارات البحرية وما نتج عنها من رواسب رملية (**محمد متولي، ١٩٧٠، ص٢٢-٢٣**)، وأرجعها البعض الآخر إلى تآكل الحدبتين من الوسط بواسطة عوامل التعرية، وحدوث انقلاب تضاريسي ومن ثم تحولهما إلى مناطق منخفضة غمرتهما مياه البحر (**نبيل إمبابي، ١٩٨٤، ص٣٢-٣٣**)، لم يحدد التفسير الأخير ماهية عوامل التعرية، رغم أنه تفسير منطقي، وبناء عليه فمن المرجح أن يكون للنحت المائي دور جوهري في نشأة الخليجين، إذ ربما تكونت أثناء الفترات المطيرة أودية كوادي العقدة، وأخرى في أم قين وأم القهاب، استطاعت هذه الأودية أن تنحت البنية المحدبة وتفرّغها من تكويناتها متتبعة بذلك مناطق الضعف الجيولوجي، مما أدى إلى انخفاض السطح وبالتالي طغيان مياه البحر وغمر مخارج الأودية وتكوين خور الخور وخور الذخيرة.

ومن أشكال الإرساب التي تكونت عند أطراف الخليجين الخارجية في عصر الهولوسين الشواطئ الرملية الشريطية الموازية لخط الساحل، وهي عبارة عن رمال خشنة مَثَلُها في ذلك خليج زكريت، وتمتد هذه الشواطئ على شكل أقواس محدبة نحو البحر، تتسع في بعض الأحيان إلى حوالي كيلو متر، وتضيق أحيانا أخرى،



وتبرز منها رؤوس كما هو الحـال في رأس القبقبة ورأس يمار Ra's Yamaz ورأس المطبخ ورأس النوف، ويلاحظ أنها تمتـد طوليا عند مداخل الخليـجين بسبب تزايد معدلات الإرساب عـما سواها. وهناك **قنوات المد والجزر**، وهي كثيرة ومـتعرجة تفصل بينها جسور من الطين، ورواسب الطين هذه تنتـشر عند هوامش السبخات، وتتميز قنوات المد فـي أجزائها العليا بضحولتهـا وخلوها من المياه وقت الجزر، في حين تبدو عميقة ومتسعة في قطاعاتها الدنيا المتصلة بالبحر.

تعتبر **الشطوط الرملية** من الأشكال الساحلية الهـامـة، إذ ساهمت العديد من العوامـل في نشأتها، منـها: حركـة مياه المـد والجزر واختـلاف منسوب مـياه البحـر، وحركة الأمـواج والتيارات البـحرية القادمـة من الشمال بمحـاذاة الساحل الشرقي لشبه الجـزيرة، واتجاه حركة المياه من الخليج العـربي إلى خور الخور وخور الذخيـرة، وظاهرات السطح المتخـلفة بعد عـملية تكوين الحـدبتين، وتتكون هذه الشطوط من رواسب الـطين والسلت، وتبلغ نسـبـة الدولومـايت حـسب دراسـة (Shinn, 1973, p. 181) حـوالي (٣٠٪)، وتشكل الشطوط الرمليـة غالبـية قـاع الخليجين باستثناء بعض المسارب المائية في الوسط، وقد تظهر الشطوط الرملية على شكل يابس أثناء الجزر كـما هو الحال على الساحل الشـمالي لشبه الجـزيرة خاصة عند رأس ركن.

أما **الخطاطيف والألسنة الرملية** فهي متباينة من حيث الحجم والعمر، فهناك مجموعة كـبيرة ومعقدة تمتد موازية لخط السـاحل على طول الجانب الشرقي للفرع الشمـالي من خور الذخيـرة، حيث يمر بمحـاذاتها التيـار البحري الشـمالي، وأن مجموعة الخطاطيف والألسنة الرملية تبدو معقوفة من أطرافها الجنوبية باتجاه الغرب وذلك تحت تأثير حركة المياه القادمة من الخليج باتجاه خور الذخيرة، ويوحي وجود العديد من مجـموعاتها المتوازية أن عـملية الترسيب تتم بشكل متـتابع من الغرب باتجاه الشرق، وهذا يعني أن الـقديم منها يقع في الغرب، لذا تعرض بدرجـة أكبر وفتـرات أطول لقنوات المد والجزر التي عملت على تقطيع أوصـاله، والفصل بين أجـزائه، وقد لعـبت الخطاطيف والألسنة الـرملية دورا ملحـوظا في نشـأة بعض التداخـلات في خور الذخيـرة، غدت فيمـا بعد أحواض ترسـيب داخلية لشطوط

رملية، عملت فـيها قنوات الجزر تقطيعا، حـاملة معها عند تراجعهـا باتجاه البحر كثيرا من الرواسب، فظهرت بعد إرسابها عند المخارج على شكل دالات مجهرية، ويبدو أن الخطاطيف والألسنة الرملية هذه قد نشأت في الهولوسين.

وهناك مجموعة صغيرة أحدث عمرا تكونت عند مدخل خور الخور، ويحوم طولها حول (٢٥, ٠-٦, ٠)كم، وتمتـد عرضيا بين (٢٣-٤٤)م، وتتجـه نحو غرب الشمال الغربي، ويلاحظ أن اتصالهـا باليابس القطري من الأطراف الشرقية، مما يدل على أن اتجاه عملية الإرساب تتفق وحركة الأمواج أي من الشرق إلى الغرب.

(٣) خور العديد:

وهو من التـداخلات الساحليـة الرئيسـة في شبه جـزيرة قطر **(خريطة رقم ٣-٦)**، ويعتبر من أكـثرها توغلا في اليابس القطري ومن إكبرها مساحة، ومن أهمهـا مورفـولوجيـا، إذ يتوغل لمسـافة (٥, ٢١) كم في خط مستقيم من خط الساحل عند رأس القِصـاصير Ras Al-Qasasir حتى مشـارف عقلة زويد Uqlat Zuwayyid، إلا أنه يتـوغل بمعيـار وحـداته التي تركَّب منهـا لمسافـة (٣٣) كم، ويشغل مساحة تبلغ في حدود (١٢٣) كم٢.

يتكون خور العديد مورفولوجيا من ثلاث وحدات:

أ - قناة خور العديد الشرقية. ب- بحيرة خور العديد الجنوبية.

جـ بحيرة خور العديد الشمالية.

وهي جميعا - رغم استقلالها - تتصل ببعضها البعض وتنفتح من جهة الشرق عند رأس القصاصير على مياه الخليج العربي، وفيما يلي دراسة لأهم الوحدات:

(أ) قناة خور العديد الشرقية:

وتمتد من رأس القصاصير حتى خط عرض رأس المحارف Ras Al Maharif وذلك لمسـافة قـد تصل إلى (١٣)كم، وبعرض يتـسع في الشمـال إلى أكثـر من (٥, ٢)كم، ولايزيد في الجنوبي الذي يبـدو متـماثلا في عـرضه على كـيلو مـتر واحد، وهي بشكل عام ترتكز على محـور شمالي شـرقي - جنوبي غربي، وهذه الخصـائص أكثر انطبـاقا على نصفـها الجنوبي، في حين يغلب الاتجاه الشـمالي -

شكل رقم (٣ - ٦) خريطة مورفولوجية لمنطقة خور العديد

عن : نبيل إمبابي ١٩٨٢

الجنوبي على نصفها الشمالي، وينسجم هذا الاتجاه مع امتداد اللسان الصخري الذي ينتهي عند رأس المحارف في الجنوب.

يلاحظ من الخريطة أن الجانبين الشمالي والغربي للقناة تميزهما العديد من رقع السبخات ذات الامتداد المحدود، إذ تعتلي معظم سطوح هذه السبخات أو تفصل بينها الكثبان الرملية الهلالية المركبة والمعقدة، لذا غدت السواحل على هذين الجانبين في مجملها رملية منخفضة تخلو من التقوسات والتعاريج الواضحة، اللهم إلا في بعض قطاعات الساحل التي تسوده الكثبان الرملية. أما الجانبان الشرقي والجنوبي الشرقي للقناة فيتميزان بخصائصهما الصخرية وجروفهما التي تشرف على المياه في انحدارات شديدة بحكم امتداد التلال الصخرية لجبل العديد Jabal Al Udayd على طول القناة، ويبدو أن التعاريج التي تلازم خط الساحل وخاصة عند مدخل القناة ما هي إلا انعكاسات للحركات التكتونية التي أبرزت جبل العديد وتمثلت في بعض الخلجان الصغيرة والرؤوس الصخرية البارزة.

وتتميز قناة خور العديد الشرقية بسمات نوجزها في الظاهرات التالية:

(١) الشطوط الرملية:

يخلو الجانب الغربي والشمالي الغربي للقناة من الشطوط الرملية، يماثلهما في ذلك النصف الجنوبي الضيق من القناة ابتداء من نقطة تغير خط الساحل باتجاه الجنوب الغربي، بينما يتركز توزيع هذه الشطوط على النصف الشمالي من القناة، ويوحي هذا التوزيع بأن حركة مياه المد والجزر تتفاوت في سرعتها بين الأجزاء الشمالية والغربية المحاذية لليابس القطري وبين الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية المتاخمة لجبل العديد، فهي في الأولى - كما هو الحال في نصف القناة الضيق - أسرع منها في الثانية، ومما لا شك فيه أن مصدر الرواسب الرملية في القناة، الكثبان الواقعة إلى الشمال والغرب منها، أو جلبتها المياه المتحركة عبر القناة من البحيرتين الشمالية والجنوبية.

(٢) الجزر الصخرية:

وهي جزر صخرية صغيرة تتوزع على طول امتداد القناة من مدخلها حتى رأس المحارف في البحيرة الجنوبية، يبلغ عددها (٢٢) جزيرة إذا ما وضعنا في



الاعتبار الجزر الواقعة عند المدخل، وتتراوح أطوالها بين (٤٥-٢٠٠) م، وعرضها بين (٣٤-٧٦) م، ويلاحظ أن مجموعة الجزر الداخلية تتميز بشكلها الدائري تقريبا وأنها تنتظم في خط محوري شمالي شرقي - جنوبي غربي، وأنها من قراءة الخريطة الطبوغرافية تجنح في انتشارها نحو الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية للقناة بمحاذاة تلال جبل العديد، وهذا النمط من التوزيع يعني وجود صلة تكتونية بين الجزر والقناة من ناحية، وبينهما وبين تكون جبل العديد من ناحية أخرى.

(٣) الدلتاوتان الخارجية والداخلية:

وقد نشأتا نتيجة لحركة مياه المد والجزر وما تنقله من رواسب رملية من البحيرتين الشمالية والجنوبية ومن رواسب الكثبان الرملية، ومن المعروف أن حركة المياه في القناة تضعف عند اتصالها بكتلة مياه الخليج العربي، (كما هو الحال في الأنهار والأودية التي تصب في البحار والمحيطات)، وبكتلة مياه البحيرة الجنوبية، وبالتالي لم تعد قادرة على حمل ونقل الرواسب، فتلقي بها في مواضع الالتقاء والاتصال وتتكون الدلتا التي تنمو وتغدو جزءا من اليابس مع استمرار ظروف الترسيب.

(ب) البحيرة الجنوبية:

تمتد بين الشمال والجنوب لمسافة (١٠) كم إذا اعتبرنا حدها الشمالي قاعدة الدلتا الداخلية، وهي بهذا تقع عمودية على البحيرة الشمالية، فيما يتفاوت اتساعها بين (٢) كم عند الأطراف، (٥,٥) كم إلى الجنوب قليلا من رأس المحارف، ومع أن سواحلها الشرقية والغربية ترتكز على محور شمالي - جنوبي، فإن ساحلها الجنوبي الشرقي يوازي محور القناة ويمتد بين الشمال الشرقي - والجنوب الغربي، ويبدو أن كليهما تأثر بالعوامل التكتونية، ورغم ما تتميز به سواحل البحيرة الجنوبية من بعض الخلجان الصغيرة والنتوءات الصخرية وأشباه الجزر، إلا أنها لا تضاهي ما تتميز به سواحل البحيرة الشمالية من تعرجات واضحة وتداخلات ظاهرة، فضلا عن أعماق مياه البحيرة الجنوبية التي تميزها عن مياه البحيرة الشمالية.

ومن الخصائص الجيومورفولوجية لهذه البحيرة ما يلي:

(١) الدلتا الداخلية للبحيرة الجنوبية:

من الطبيعي أن تتكون دلتا داخلية عند التقاء مياه القناة المتدفقة أثناء حركة المد نحو البحيرة الجنوبية، وذلك على غرار الدلتا الخارجية التي تكونت عند مخرج قناة خور العديد الشرقية، وتتم هذه العملية عندما ترفد القناة مياهها في البحيرة، تقل سرعتها وتهدأ حركتها فتنتشر حمولتها وترسبها على هيئة دلتا داخلية، مثل هذه الدلتاوات كما أشار إليها (Glennie, 1970, p. 124) تمثل العلاقة بين قناة تتدفق عبرها مياه المد وبين تداخلات ساحلية، تمتد هذه الدلتا لحوالي (٣,٣) كم داخل البحيرة، وتتميز بأنها أقل عمقا من أجزاء البحيرة الجنوبية، وأن بها بعض الألسنة الرملية التي تعتبر مؤشرا لاتجاهات الإرساب.

(٢) الشطوط الرملية:

تنتشر الشطوط الرملية على طول السواحل الشرقية والجنوبية بدرجة أكبر مما هي على الساحل الغربي، ويعني هذا أن الساحل الغربي لا يخلو من الشطوط الرملية بعكس ما ذكر (**نبيل إمبابي، ١٩٨٢، ص١٥**)، والذي يلاحظ من الخريطة أن هناك تفاوتا في درجات الإرساب وأنماط توزيعه على طول سواحل البحيرة الجنوبية بسبب الاختلاف في طبيعة هذا الإرساب وظروفه، إذ بمجرد وصول مياه المد تُخُوم البحيرة الداخلية يتجه فرع من المياه نحو الجنوب محاذيا لخط الساحل الشرقي فيلقي ببعض حمولته مكونا شطوطا رملية يزداد اتساعها أينما وجدت التقعرات، ولكن هذه الشطوط تظهر بوضوح ابتداء من شبه الجزيرة باتجاه الجنوب حيث تنحرف المياه وتسير مع اتجاه خط الساحل نحو الغرب، وبذلك يغدو اتجاه عملية الإرساب من الشرق إلى الغرب.

ومع اتجاه المياه في حركتها على طول الساحل الغربي للبحيرة الجنوبية من الجنوب إلى الشمال تلقي ببعض الرواسب الرملية داخل التقوسات الخارجية الصغيرة التي تزين الساحل الغربي، ولكنها محدودة قياسا بالشطوط الرملية آنفة الذكر، وربما نتيجة لذلك تحمل المياه معها في حركتها الدورانية مع السواحل الغربية والشمالية بعض الرواسب التي تلقي بها في موقعين عند اتجاهها نحو الجنوب على طول الساحل الشرقي، **الأول**: على بعد (٠,٥) كم من الحدود

الشمـالية للسـاحل الشرقي، **والثاني**: إلى الشمـال مباشرة من الدلتـا الداخلية، ويلاحظ أن هذين الشطين تكونا تحت ظروف التغير في خط الساحل مما ترتب عليه ضعف حركة المياه وعدم قدرتها على مواصلة نقل حمولتها من الرواسب، ومن ثم نشرها على هيئة شطوط رملية، إلا أن مـن خصائص الشط الرملي الثاني أن طرفه الجنوبي يلتحم مع الدلتا الداخلية عند رأس المحارف.

(٣) دلتاوات الأودية الجافة:

كانت الأودية القديمة وخـاصة تلك التي تنحدر من تلال جبـل العديد باتجاه البحيرة الجنوبية تصرف إليها مياه الأمطار الساقطة على المنطقة، الأمر الذي أدى إلى تكوين عدد من الدلتـاوات المجهرية على السـاحل الجنوبي الشرقي، وهي بلا شك ظاهرة متميزة ومتباينة من حيث الظروف التي تشكلت أثناءها، ولعل الرواسب التي ألقت بها تلك الأودية القصيرة والسريعة الجريان تتميز بخشونتها، بخلاف الرواسب البحرية الدقيقة كالطين الذي ربما تتكون من بعضه الدلتا الداخلية.

(٤) الجزر الصخرية:

تقع في الجزء الشـمالي من البحـيرة الجنوبيـة وإلى الجنوب من رأس المحارف ثلاث جزر صخرية صغيرة، ثنتان منها تبدوان على هيئة دائرية تقريبا، والثالثة الواقعة إلى الغـرب منهمـا تمتد على مـحور شـمالي جنوبي بطول يبلغ (١٧٥)م، وبـعرض لايتعدى (٥٠) م، وما هذه الجزر الثلاث إلا امتدادا لجزر قناة خور العديد الشرقية.

(جـ) البحيرة الشمالية:

تمتد عرضـيا من الشرق إلى الغرب لمسـافة تصل إلى (١٤,٥) كم، وأقصى عرض يبلغ إذا وضعنا في الاعتـبار السبخة الشمالية في حـدود (١٠) كم، وتعتبر بحيرة داخلـية، بيد أن الفتحـة التي لا يزيد اتساعها على (١,٣) كم تصـلها بمياه الخليج العربي عبر البحيرة الجنوبية وقناة خـور العديد الشرقية، ويمكن أن نميز فيها الخصائص المورفولوجية التالية:

(١) الجزر وأشباه الجزر:

تضم البحيرة الشماليـة (١٧) جزيرة وليست كما ذكر (**نبيل إمبابي، ١٩٨٢**، ص٩) (١٣) جزيرة، كما يبـرز فيها ما يزيد على (٢٢) من أشـباه الجزر، وتعزى

كثرة الجزر وأشباهها في البحيرة الشمالية إلى أن الكثبان الرملية سبقت في تواجدها في ذات الموضع الذي تكونت فيه البحيرة الشمالية، وحالما غمرت مياه البحر هذه المنطقة ثَـبَّتت الكثبان في مواضعها، وتشكلت على إثر ذلك الجزر وأشباهها، ويغلب على هذه الجزر وأشباهها الاتجاه الشمالي - الجنوبي، وهي في معظمها تتكون من الرواسب الرملية أو من الصخور الجيرية التي ظلت في منأى من عملية الغمر البحري.

(٢) ضحولة المياه في البحيرة:

وهي كما يبدو من الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية ضحلة المياه لا تزيد أعماقها على المتر الواحد، وعلة ذلك أن المقعر الذي تحتله البحيرة الشمالية لم يكن بدرجة عمق البحيرة الجنوبية، كما أن البحيرة الشمالية في موقع ساعد كثيرا في إرساب الرمال ومخلفات الرياح التي نحتتها من المناطق المجاورة، الأمر الذي أحال قاعها إلى شط رملي متكامل ومتصل.

(٣) قنوات المد والجزر:

تشكلت قنوات المد عند المدخل الجنوبي للبحيرة الشمالية ومنطقة اتصالها بالجنوبية، وتتخذ شبكة القنوات نمطا شجريا متشعبا تتجمع مياهها في أربع قنوات رئيسة لتصبها في البحيرة الجنوبية، وتعتبر وفرة الرواسب الرملية المفككة كما أشار كنج (King, 1972, p. 155) والتي تستجيب بسرعة لحركة المد والجزر، وارتباط تيارات المد القوية بمداخل ضيقة تميز التداخلات الساحلية كما ذكر ديفز (Davies, 1977, p. 175)، عوامل رئيسة في تكوين هذه الشبكة، وقد توفرت مثل هذه الظروف، فالرمال المفككة من أهم سمات المنطقة، والفتحة التي تصل بين البحيرتين الجنوبية والشمالية ضيقة لدرجة ساهمت في إبراز هذه الظاهرة الفريدة تقريبا من نوعها في قطر.

٢- أشكال الإرساب البحري:

يتميز الساحل القطري بانتشار العديد من أشكال الإرساب البحري، فمنها قديم التكوين ومنها حديث التشكيل، ومن أهم صور الإرساب البحري:

* الشطوط الرملية (الفشوت). * الحواجز الرملية. * الشواطئ الرملية.

(أ) الفشوت (أرصفة مرجانية):

باستثناء ما تمت دراسته من شطوط رملية أرسبت في التداخلات الساحلية، فإن هذه الظاهرة سنشير إليها في دراستنا بظاهرة «الفشوت»، وهي كما يصفها البعض أرصفة مرجانية (**عادل عبد السلام، ١٩٧٥، ص٩٨**) تتفق إلى حد كبير مع الأعماق الضحلة للمياه، وحركة التيارات البحرية الساحلية القادمة من الشمال، واتجاهات خط الساحل، وهي أوضح ما تكون على الساحل الشرقي والشمالي لشبه جزيرة قطر، وأبرز هذه الفشوت:

* **فشت العريف Fasht Al Arif**: (**راجع خريطة رقم ١-٩**) ويبدأ من خط عرض (٥٤َ ٢٤ْ) شمالا، ويقع على بعد (١٢,٥) كم إلى الشرق من مصب الزيت في مسيعيد، ويتكون في قسمه الجنوبي من شعاب مرجانية Coral Reefs كان لها دور كبير في حماية ميناء الزيت وما يرسو فيه من بواخر من أثر مياه البحر وحركاتها، خاصة إذا ما اشتدت رياح الشمال في هبوبها. بينما يغطي قسمه الشمالي رواسب رملية بحرية وقارية. ويتسع الفشت كلما تقدمنا نحو الشمال الغربي حتى يلتحم بالساحل إلى الشمال من دوحة مسيعيد، ويخلو خط الساحل إلى الجنوب من دوحة مسيعيد من الفشوت إلا من بعض الإرسابات الشاطئية الصغيرة.

إلى الشمال من دوحة مسيعيد (**شكل رقم ١-٨**) يبدأ فشت شويمسه Fasht Shuwaymisah ضيقا ثم يتسع بعدها، خاصة إلى الشمال من خط عرض مسيعيد فيبلغ أقصى عرض له في حدود (٣)كم، فيشكل قمما مرجانية Coral Heads تتكون من إرسابات بحرية عضوية، غنية بالثقوب والحفر الصغيرة، والأخاديد التي ساهمت في تشكيلها التجوية البحرية، ولهذه الأشكال أثر في تواجد الأسماك وتكاثرها.

تستمر الفشوت ضيقة (**راجع شكل رقم ١-٣**) بحيث لايزيد عرضها أمام مدينة الوكرة على (٢)كم، بل يصل عرضها عند رأس أبو فنطاس Ra's Abu Fintas إلى (٢٠٠) م فقط، ثم تبدأ الفشوت في الاتساع أمام «بلاد إبراهيم» لتبلغ أقصى عرض لها (٤,٥) كم في المنطقة الواقعة بين «رأس أبو مشوط» Ra's Abu Mashut و«رأس أبو عبود» Ra's Abu Abbud، (**شكل رقم ١-٤**) وتظهر الحافات الصخرية المرتفعة التي تنتشر أمامها رواسب خشنة من القطع الصخرية

والحصى، ويلعب هذا الفشت دورا رئيسا في حماية ميناء الدوحة من حركة الأمواج التي قد تؤثر على رسو السفن والبواخر.

يمتد إلى الشمال من الدوحة شريط من الفشوت (**شكل رقم ١-٥**) تم ردم مساحة كبيرة منه تقدر بحوالي (٤,٥) كم٢ تقريبا وإضافتها إلى اليابس القطري، يتسع الفشت باتجاه الشرق أي نحو البحر ليشمل جزيرتي السافلية والعالية (يتم الحديث عنهما فيما بعد) حيث يتميز الفشت هنا بشعاب مرجانية، وتفصل بين أجزائه من ناحية، وبينه وبين الشطوط الرملية الساحلية من ناحية أخرى قنوات بحرية عميقة المياه، ويبلغ اتساع الفشت أمام وادي البنات حوالي (٨,٧) كم.

يبلغ اتساع الفشوت إلى الشمال قليلا من رأس قطيفان حوالي (٤,٧)كم (**شكل رقم ١-٦**)، تبدأ بعدها في الانتشار في مجموعات متفرقة حتى مدينة الخور، من أهمها: **فشت الحرابي** Fasht Al Hraaby الذي يقع على بعد (٣)كم إلى الشرق من الوصيل، تتخلله بعض الشعاب المرجانية، كما هو الحال في الفشوت التي تقع إلى الشمال منه، ويمتد بين الشرق والغرب بطول يبلغ (٢,٧)كم.

وإلى الشمال من مدينة الذخيرة إما أن تختفي ظاهرة الفشوت كما هو الحال أمام «رأس القبقبة» Ra’s Al Qabqabah، و«رأس أم ليجي» Ra’s Umm Layji، والقطاع الساحلي الممتد بين جبل فويرط والمفجر، أو أن تمثل شريطا ضيقا على امتداد الساحل باتجاه الشمال بين «رأس أم ليجي وجبل فويرط»، ويبلغ أقصى اتساع لهذا الشريط (١,٣) كم أمام «رأس لفان» (**شكل رقم ١-٧**).

وعلى طول الساحل الشمالي الغربي لشبه جزيرة قطر من الرويس حتى الزبارة، تأخذ ظاهرة الفشوت في الانتشار والاتساع، قد يصل عرضها أحيانا إلى (٥) كم، وما يميز هذا الرصيف كثرة الشعاب المرجانية التي ترتكز على محور عام شمالي غربي - جنوبي شرقي، الأمر الذي ساعد على تشكيل مثل هذه الشطوط، وقلة أعماق المياه التي تتزايد خارج أطرافه البحرية، حيث ترتسم حافة تظهر واضحة، تفصل بين مساحتين متباينتين من قاع البحر، ويظهر لون المناطق القريبة من الساحل أصفر فاتحا يميل إلى الزرقة، بينما هي خضراء خارج حدود الفشوت.



أما على طول القطاع الساحلي الغربي فيما بين «رأس عشيرج وخليج زكريت» **(الشكلان رقما ١-٥، ١-٦)** فتظهر أشرطة من الفشوت (تستثني التداخلات الساحلية التي تمت دراستها) قد تتسع كما هو الحال إلى الشمال من «دوحة فيشاخ ورأس دخان»، أو تضيق وتنعدم كما يبدو على طول الساحل الغربي لشبه جزيرة أبروق شمال خليج زكريت **(شكل رقم ٣-٢)**، أو الساحل الغربي من «رأس دخان حتى أبو سمرة»، فيما عدا أجزاء من الساحل أمام أبو طريفة وروضة الشعلة **(شكل رقم ١-٤)**، حيث يصل عرض الفشوت ما بين (٢-١,٢) كم على التوالي.

وربما يعزى سبب ضيق نطاقات الفشوت أو انعدام وجودها على طول الساحل الغربي جنوب رأس دخان إلى أن قاع خليج سلوى مغطى بالطين والإرسابات الدقيقة جدا، والتي غالبا ما تتزايد عند مصبات الأودية ومجاري السيول، ومن المحتمل في هذه الحالة أن بعض إرسابات شط العرب الطينية قد وصلت إلى خليج سلوى مع التيارات البحرية القادمة من الشمال، وأن أودية قديمة كانت تشق طريقها عبر المنطقة قبل أن تغدو بحرا، أو إليها بعد أن تشكل خليج سلوى، فتركت مخلفاتها من الطين أو ألقت بها فيما بعد، مما أدى إلى إعاقة تكوين ظاهرة الفشوت، ويدعم هذا الافتراض وخاصة الشق الثاني منه وجود أودية الذياب والعريق والجح اللاتي ربما كانت مياهها أكثر غزارة من السيول الحالية، الأمر الذي مكنها من حفر مجاري لها عميقة وبالتالي زيادة حمولتها من المفتتات الصخرية الدقيقة التي كانت تلقي بها في خليج سلوى وقتذاك.

(ب) الحواجز البحرية: Sea Bars

وهي ظاهرة شائعة على طول سواحل شبه جزيرة قطر بأشكالها المتنوعة، فمنها على هيئة **السنة** Spits أو على شكل **خطاطيف** Hooks أو أنها **مجرد حواجز** رملية ليس لها اتصال باليابس، وهي عبارة عن أشرطة من الرواسب الرملية أو الرملية الكلسية، تتكون في المياه الشاطئية الضحلة، وغالبا ما تكون موازية لخط الساحل، ويبدأ في تكوين الحواجز حالما تأخذ الأمواج في التكسر Break عند ما تصل إلى مناطق المياه الضحلة، مما يضطرها إلى إلقاء بعض حمولتها من الرمال، يعاونها في ذلك كل من التيارات البحرية وحركة مياه المد والجزر، حيث تبسط الأخيرة الرواسب الرملية على المناطق التي تغمرها عمليات المد.

وتعمل الحـواجز البحريـة إذا ما تكونت على حجز مـناطق تبدو على شكل بحيـرات شاطئيـة ضحلة، من أمثلتـها تلك التي تمتـد فيمـا بين جزيرة رأس ركن والساحل القطري (**الشكلان رقـما ١-٧، ٨-٦**)، وتظهـر على شكل حاجـزين بحريين تفصل بينهـما فتحة تشقهـا الأمواج والتيارات البحرية، فـالحاجز المحوري القريب من الساحل ذو اتجاه شمالي غربي - جنوبي شـرقي، يمتد من خط عرض (١٠َ ٢٦ْ) شمـالا حتى المفجـر دون أن يبلغها، بـطول يبلغ (٥,٧) كم، وعرض يتراوح بين (١٠٠-٣٠٠) م، وهو معقوف من طرفه الشمالي باتجاه الجنوب ويبلغ طوله (٥,٠) كم، ويبدو أنه قد تكون على مرحلتين مختلفتين، بحكم أنه يشتمل على ثنيتين هلاليتين متصلتين، والحاجز المستعرض القصي يمتد فرع منه نحو الشرق لمسافة (٣,٣) كـم مع تقوس محدب في نصـفه الأخير، وفرع آخـر نحو الجنوب لمسافة (٢) كم، وهناك ثلاثة حواجز صغيرة تتـباين في أشكالها وأحجامها بقدر ما تتباين في امتدادها واتجاهاتها، وتقع فيما بين الحاجز المحوري وخط الساحل.

أما الألسنة البـحرية والخطاطيف فهي عـبارة عن حواجز، إلا أنهـا تختلف عنها في أنها تلتحم بالشاطئ من أحد طرفيـها، ويمتد الطرف الآخر طليقا في مياه البحر (Evans, 1942, p. 846-865)، وغالبا ما تتكون الألسنة البحرية أمام فتحات الخلجان، حـيث تساعد ظروف الموضع كـلا من الأمواج والتيارات البـحرية على إلقاء حمـولتها في ميـاه الخليج الضحلة على هيئـة ألسنة رملية سرعان مـا تتجمع موادها فوق بعضها فتساهم في بناء جـسور طبيعية من الرواسب الرملية والحصى، تزداد تدريجيـا بمرور الزمن حتى تصل في النهـاية إلى مرحلة يضعف خـلالها أثر فعل الأمـواج والتيارات البحـرية في تشكيل المظهر الجـيومورفولوجي العـام لهذه الألسنة البـحرية. ويرجع انحـناء الألسنة التي تبدو عـلى شكل خطاطيف إلى أثر فعل الأمواج المائلة والتيارات البحرية وحركة مياه المد والجزر وطبيعة تراكم رواسب الألسنة البحرية على جوانبها.

وتتمثل الألسنة الـبحرية والخطاطيف أصدق تمثيل على طـول الساحل الشرقي لشبـه جزيرة قطر، فبـعضها بسـيط التركيب وبعـضها معـقد، وبعضـها تكوّن أثناء الهولوسين أو البلايستوسين كالخطاطيف المركبة الواقعة حاليا داخل اليابس إلى الشمال من مسيـعيد (**شكل رقم ١-٥**)، وهناك لسان رملي يـقع مقابل أم الحـول، ويتصل



بالساحل من طرفه الشمالي، بينما يمتـد طليقا باتجاه الجنوب، ولسان آخر يتشكل من الرمال الكلسية ويقع إلى الشمال من مدينة الوكرة، ويمتد من موقعه في الشمال باتجاه الجنوب لمسافة (١,٥) كم، ثم ينحرف نحو الجنوب الغربي لمسافة (١,٥)كم كذلك، حيث يقترب من خط الساحل في مواجهة مدينة الوكرة دون أن يتصل به.

إلى الشمال من مدينة الدوحـة، وفي الشريط الساحلي الممتد حتى سمـيسمه توجد ألسنة رملية كلسية تختلف في أعمارها الجيولوجية وأشكالها وأحجامها، تحجز خلفها لاجونات وسبخات، وتتمثل في المنطقـة الساحلية الواقعة بين معسكر الدحيل ووادي البنات، وبين الوُصَيل وسـميسـمه. وعلى طول القطاع الساحلي الممـتد من رأس أم ليـجي في الشـمال حـتى رأس أم صـاع Ra's Umm Sa' حـيث المدخل الشمالي لفرع خـور الذخيرة في الجنوب (**الشكلان رقما ١-٦، ٣-٥**)، يسير لسان رملي بمحـاذاة خط الساحل لمسـافة (١٢) كم، إلا أنه ينحـرف قليلا نحـو الجنوب الغربي في طرفـه الجنوبي، ويشير تكون هذا اللسان إلى أن المنـطقة تتميز بـضحولة ميـاهها وهدوئها، مما يسـاعد الأمواج والتـيارات البحـرية وحركة الميـاه في ممارسة عمليات الإرساب البحري، ويبدو أن المنطقة تكونت بها مجموعة متعاقبة من الألسنة الرملية، لعبت جـميعا أدوارا هامة في تشكيل البـحيرات الشاطئية والسـبخات التي تؤدي في نهاية المطاف إلى نمو الساحل وتطوره على حساب البحر.

(جـ) الشواطئ الرملية الشريطية القديمة: Chenier Beaches

يتـبين لمن يتفـحص الخريطة الجـيولوجـية لشـبه جـزيرة قطر (رقم ٢-١) أن الإرسابات الرملية عبارة عن شواطئ قـديمة أرسبت في عصر الهولوسين، وتمتد على شكل خطوط موازية لخط الشاطئ، وتتكون من الرمال والكـلس المتمثل في محارات القواقع التي كـانت سائدة آنذاك، منهـا قوقع Gastropod، وتنتشـر هذه الإرسابات على طول سـواحل شبـه جزيرة قطر، باسـتثناء بـعض المواقع منها: على السـاحل الشرقي، المنطقـة الممتـدة إلى الجنوب من مصب الزيت فـي مسيعـيد، حيث تسود الشريط الساحلي بعض السبـخات ومجموعات من الكثبان الرمليـة، وتظهر مخلفات الشواطئ القديمة في الداخل تحيط حاليا ببعض السبخات القارية، وتكوينات الدمام.

وعلى السـاحـل الغربي: من رأس عشـيرج حـتى دوحة أم الماء، والسـاحل الغربي لشبه جزيرة أم حيش، وربما يعزى عدم تكون مثل هذه الشواطئ في المواقع

السابقة إلى أن منسوبها كان أعلى من منسوب البحر آنذاك، لأن الشواطئ الشريطية القديمة كما يبدو تكونت في فترات كان منسوب البحر أثناءها مرتفعا عدة أمتار عما هو عليه حاليا، هذه الفترات إما أن تكون حديثة فتمثلها الشواطئ التي تحيط بخط الساحل الحالي، وترجع إلى فترة جليد الفلاندري Flandrian التي حدثت في عصر الهولوسين، أي قبل الميلاد بستة آلاف سنة (Kassler, 1973, p.27)، وإما أن تكون قديمة فتمثلها الشواطئ التي تنتشر في الداخل إلى الجنوب من مسيعيد (شكل رقم ١-٨)، وربما ترجع إلى فترة البلايستوسين الأوسط.

٣- أشكال النحت البحري:

وهي أقل الأشكال الساحلية انتشارا على طول سواحل قطر، منها:

(أ) الجروف الساحلية: Coastal Cliffs

مما لا شك فيه أن السواحل القطرية من السواحل السهلية المنخفضة، تغطيها مواد صخرية مفتتة، يقتصر تأثير حركة مياه البحر فيها على جَرْفها صوب البحر، مما يؤدي إلى ضحولة المنطقة الساحلية المجاورة. أما التكوينات الصخرية فتنتصب منها جروف بحرية تتفاوت فيما بينها من حيث البعد الزمني، فهناك **جروف ساحلية نشطة** نسبيا كجبل فويرط على الساحل الشمالي الشرقي، والقطاع الساحلي الممتد من رأس أبو عمران الواقع شمال غرب مدينة الشمال حتى دوحة بن رحال، ورأس أبروق، ومنطقة غار البريد على الساحل الغربي.

وهي جميعا ما زالت قائمة تلاطم صخورها الجيرية مياه الأمواج، مما يؤدي إلى تآكل قواعدها وتقويضها، ورغم ذلك تفتقر إلى الصور الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات النحت البحري كالكهوف والأقواس والمسلات البحرية إلا ما ندر، كالحال في رأس أبروق، وما نشاهده في هذه المناطق عبارة عن جروف معلقة ترتفع إلى حوالي (٣-٤) امتار، تنهار عند أقدامها ركامات من مفتتات وحصى وجلاميد صخرية ضخمة، علاوة على وجود أرصفة نحت صخرية قد تنحسر عن جزء منها مياه البحر وقت الجزر، فتبدو صخورها ذات اللون القاتم مسننة نخرة، نتيجة لعملية التجوية الكيميائية.

أما **الجروف الساحلية الخاملة** فهي ظاهرة أكثر انتشارا، إذ تبتعد أحيانا عن الساحل في حدود كيلومتر أو أقل، تفصلها عن البحر بعض رواسب الرمال الكلسية



الشاطئية وسهول تمثل أرصفة تحاتية كما هو الحال في شبه جزيرة أبروق وأحيانا أخرى تفصلها رواسب السبخات كما يبدو واضحا في منطقة الخور ورأس المطبخ، وتشاهد بعض الجروف القديمة على بعد (٩)كم من خط الساحل على الجانب الشرقي لسبخة دخان، حيث كانت مياه البحر تضرب بأمواجها خلال نهاية عصر الميوسين الأعلى الشرفات الصخرية للشواهد الصحراوية الحالية فعملت على تراجعها.

ولما كانت هذه الجروف القديمة الشاهدة تتكون من صخور كلسية لينة، فإنها تستجيب بسرعة فائقة لفعل المياه الجارية، فتتآكل صخورها وتنهار، وتتحول من هضيبات منبسطة إلى أشكال مخروطية، ومن ثم إلى مسلات أرضية دقيقة سرعان ما تتقوض وتتلاشى قممها مخلفة وراءها كومات من ركام السفوح، يرى متناثرا عند قواعدها، أو يغطي أديم الأراضي الصحراوية المجاورة. فالقادم من سبخة دخان باتجاه بلدة زكريت عبر شبه جزيرة أبروق يلاحظ مدى بُعْد الجروف الساحلية القديمة عن مياه البحر الحالي، ولعل هذه المسافة تشير إلى مدى تطور خط الساحل عندما ارتفع اليابس القطري على إثْر حركات رفع تكتونية، أصابت المنطقة التي تفصل سبخة دخان عن كل من خليج زكريت وخليج سلوى.

(ب) قنوات المد والجزر: Tidal Channels

وهي من أشكال النحت البحري، تكونت بفعل حركة المياه مدا وجزرا على طول قطاعات الساحل ذات الرواسب الرملية والطينية وتميزها انحدارات خفيفة، ويبدو أن قنوات المد والجزر تنتشر بصورة أوضح على طول الساحل الشرقي؛ لتوافر شروط تكوينها بدرجة أكبر مما هي على الساحل الغربي، ويمكن تتبعها بشكل خاص في المناطق المحمية، منها ما يوجد خلف اللسان الرملي الممتد من «رأس أم ليجي» حتى «رأس أم صاع»، وفي الفرع الشمالي لخور الذخيرة، والبحيرة الشمالية لخور العديد **(الشكلان رقما ٣-٥، ٣-٦)**.

وما تتميز به قنوات المد والجزر أنها تتكون من قنوات رئيسة تتفرع منها أو تلتقي بها قنوات أخرى أصغر لتشكل في النهاية شبكة من القنوات المتشابكة المعقدة تتخذ في بعض الأحيان نمطا شجريا، وهي كالمجاري المائية تتعرض للانحناء والانثناء والتشعب، وغالبا ما تفصل بينها جسور ذات انحناءات واضحة تتكون من المواد الطينية أو الرملية التي قامت بحفرها مياه المد من القنوات التي تتحرك

عبرها، وتتخضع أنماط وأشكال قنوات المد والجزر والجسور الفاصلة بينها لقوة مياه البحر المتحركة عبر المجاري، ومدى قدرتها على نحت الرواسب المفككة ونقلها، فهناك قنوات ضيقة ضحلة أو خالية من المياه أثناء عملية الجزر وخاصة في القطاعات العليا من الشبكة، وهناك قنوات في القطاعات الدنيا عميقة ومتسعة، ما برحت المياه تغمرها وتبقيها على اتصال بالبحر.

ثانيا: السباخ (أو السبخات):

فمصطلح السِّباخ لغة في سَبْخَة (تسكين الباء) أو سَبَخَة (بالفتح) أما السَّبِخات فهي لغة في سَبِخَة (فتح السين وكسر الباء)، وكلاهما في المعنى واحد، فلا اختلاف إذا استخدم المصطلحان في المتن.

يتميز الساحل القطري بانتشار العديد من السبخات على طول قطاعاته، وتتفاوت في تجمعاتها وتتباين في مساحاتها وتختلف في خصائصها من موقع إلى آخر، والجدول التالي يوضح مساحة السبخات في شبه جزيرة قطر:

جدول رقم (٣-١)*

مساحة السبخات ونسبها المئوية في قطر

الرقم	السبخات	المساحة	نسبتها
١	سبخات الساحل الشمالي الشرقي من الرويس حتى الجساسية	١٨,٧	٢,٧
٢	سبخة لمان	٤٥,٧	٦,٥
٣	سبخة الخور والذخيرة	٥٥,٠	٧,٨
٤	السبخات من سميسمه حتى الدوحة	١٤,٠	٢,٠
٥	سبخات نقيان قطر وخور العديد	٣٢٢,٥	٤٦,٠
٦	سبخات الساحل الشمالي الغربي من با الظلوف حتى الزبارة	١٤,٦	٢,١
٧	السبخات من رأس عشيرج حتى رأس دخان	٤٨,٨	٧,٠
٨	سبخة دخان	٧٩,٣	١١,٣
٩	سبخة الخرائج والدعسة	٢١,٨	٣,١
١	سبخات غار الريد وأبو سمرة والعريق	٤٢,٤	٦,
١١	السبخات الجنوبية	٣٨,٢	٥,٥
	المساحة الكلية	٧ ١,	١

تم القياس من واقع الخرائط الطبوغرافية (١٥) لوحة، مقياس رسم ١ ٥٠٠٠.

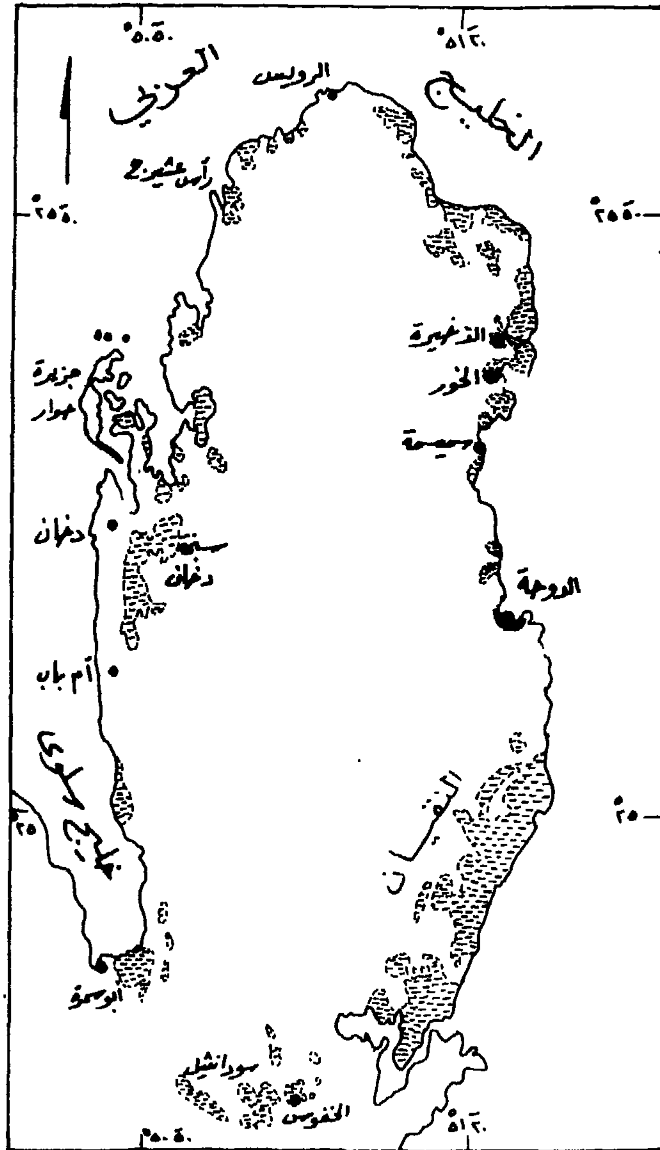
يلاحظ من الجدول أن السبخات تمثل (٦,١٪) من جملة مساحة قطر، وهي نوعان: السبخات الساحلية، والسبخات الداخلية.

(أ) السبخات الساحلية:

وهي في توزيعها (**شكل رقم ٣-٧**) تتركز على طول السواحل الشرقية، إذ تمثل (٦٥٪) من جملة مساحة السبخات، كما أنها تتفاوت بين قطاعات الساحل الواحد، فتشغل على طول الساحل الشرقي إلى الشمال من الدوحة ما نسبته (١٩٪)، بينما تشكل إلى الجنوب من الدوحة (٤٦٪)، وبالمقابل فإن توزيعها على طول الساحل الغربي إلى الشمال أو الجنوب من رأس دخان يكاد يكون متماثلا فتبلغ النسبة في الحالتين (٩٪)، والذي يعنينا من هذا التوزيع أن الساحل الشرقي شهد وما يزال يشهد تطورا ملحوظا في خطوطه بسبب طبيعة تكوينه المتمثلة في استوائه وانخفاض قطاعات كثيرة من أجزائه، بخلاف الساحل الغربي الذي تسود الغالبية العظمى من قطاعاته عمليات النحت.

تظهر السبخات تارة على شكل شريط ساحلي لايزيد عرضه على (٠,٥)كم، كما هو الحال على الساحل الشرقي بين الخور والدوحة، وعلى الساحل الغربي بين باالظلوف والزبارة، وفي منطقة الخرائج والدعسة، وتغطي تارة أخرى مساحات شاسعة، فتمتد متصلة لمسافة (٥٠) كم، وتتوغل داخل اليابس لأكثر من (١٠) كم، وتمثلها المنطقة الجنوبية الشرقية الواقعة إلى الجنوب من مسيعيد (**نقيان قطر**)، وخلافا لذلك فإن هذه الصورة تكاد تختفي من المنطقة الساحلية الشرقية المحصورة بين الدوحة في الشمال وأم الحول في الجنوب، وبين رأس دخان شمالا وأبو ظريفة جنوبا على الساحل الغربي، حيث تسود رواسب بحرية من الرمال الكلسية.

تعتبر السبخات الساحلية حديثة التكوين اقتطعت معظمها من البحر في عصر الهولوسين، ولذا يتفق توزيعها مع السواحل السهلية المنخفضة التي تتراوح مناسيبها ما بين مستوى سطح البحر عند حواشيها الخارجية، وبين (٣) م فوق مستوى سطح البحر عند هوامشها الداخلية، وما فتئت أجزاء منها دون مستوى سطح البحر، الأمر الذي يسمح لمياهه بأن تطغى على سطوحها أثناء حركة مياه المد العالي حيث تتوغل في اليابس لمسافات قد تتراوح ما بين (٣-٥) كم، ويتم ذلك إذا كانت حركة المياه مصحوبة برياح شرقية قوية.



شكل رقم (٣-٧)

خريطة توزيع السبخات الساحلية والقارية في شبه جزيرة قطر

سبخات

• مناطق استقرار بشري

٤٠كم ٣٠ ١٥ ٠

فالمياه التي تغمر الشريط الساحلي من السبخات تنصرف مع حركة المياه وقت الجزر، بينما تلك التي توغلت لمسافات بعيدة تشكل مناقع وبركا مؤقتة تتبخر أجزاء منها مخلفة وراءها قصرات ملحية، أو تتسرب عبر مسام حبيباتها حتى منسوب معين، وفي كلتا الحالتين تتميز بتصريف سيئ، وباقتراب مستوى المياه الباطنية من سطوح السبخات، الأمر الذي يبقى على رطوبة تكويناتها السطحية ولزوجتها فيصبح السير عليها خطيرا.

تفترش أرضية السبخات الساحلية جنوب مسيعيد رواسب رملية كوارتزية يبلغ سمكها ما بين (١٧-٣٠) م، في حين تتميز سبخات الخور والذخيرة برواسب من الطين المختلط بالدولومايت الذي يشكل نسبة تتراوح ما بين (١٠-٢٠٪)، وبسمك لا يتجاوز (٥٠) سم.

(ب) السبخات الداخلية (القارية):

وتقع بعيدا عن الساحل وتتمثل في سبختين: سبخة دخان، والسبخات الجنوبية وهي جَوِي السلامة (الجوي: بفتح الجيم وكسر الواو: الماء إذا أنتن = مستنقع الماء) وسودا نثيل وعقلة المناصير والخفوس (شكل رقم ٣-٧).

(١) سبخة دخان:

تقع سبخة دخان إلى الشرق من حدبة دخان، وإلى الجنوب من قاعدة شبه جزيرة أبروق وخليج زكريت بحوالي (٣,٥) كم، وتشغل مساحة تبلغ (٧٩,٣)كم٢، بنسبة (١١,٣٪) من المساحة الكلية للسبخات، وتتراوح مناسيبها ما بين مستوى سطح البحر، (-٥) أمتار تحت مستوى سطح البحر، وتمتد بين الشمال والجنوب ما يقارب (٢١) كم، ويصل عرضها في جزئها الشمالي إلى حوالي (١١) كم، بينما لايتجاوز عرضها في الوسط والجنوب (٢، ٤,٥) كم على التوالي.

تتألف الرواسب السطحية لسبخة دخان من الطين والسلت ذات القوام الدقيق، جلبتها مجاري الأودية السيلية من المفتتات الصخرية التي قامت بنحتها من المناطق الجبلية المجاورة، ومن المحتمل أن تكون هذه الرواسب تالية لتكوين السبخة، لأن بشائر ظهور حدبة دخان لم تبدأ إلا في نهاية عصر الميوسين أو ربما

في البليوسين (Cavelier, 1970, p. 34)، كما أن قصرات من المتبخرات (ملحية) تكونت عند الأطراف الشمالية الشرقية لسبخة دخان تبلغ مساحتها (٥ كم٢)، وهي دليل على قدم هذه السبخة، وتعزيزا للافتراض الذي يشير بأن سبخة دخان كانت سابقة لتكوين حدبة دخان، فقد تَلَقَّت أثناء غمرها بمياه البحر إرسابات رملية بها بعض الأصداف البحرية ونسبة من الطين.

وبعد أن ظهرت حدبة دخان ساعدت الظروف المناخية وخاصة أثناء الفترات المطيرة في عصر البليوستوسين على تكوين مجاري مائية كانت تنحدر من مرتفعات دخان باتجاه سبخة دخان؛ مما ساهم في إرساب كميات كبيرة من المفتتات الصخرية الطينية والسلتية بالقدر الذي طمست معه معالم الرواسب البحرية رغم ارتباطها بمقعر زكريت الذي انفصلت عنه في العصر الجيولوجي الحديث، فانحجبت عنها نتيجة لذلك الإرسابات البحرية، واقتصرت على استقبال الإرسابات من حدبة دخان، وقد ساعد منسوبها المنخفض، ووقوعها عند أقدام حدبة دخان الإبقاء على رطوبة سطحها من جراء تسرب المياه الجوفية صوب قاعها، أضف إلى ذلك ما تستقبله من مياه الأمطار وقت سقوطها، ولكنها هامشية قياسا بالمياه الجوفية الدائمة.

(٢) السبخات الجنوبية:

وتقع في أقصى جنوب شبه جزيرة قطر على الحدود مع السعودية وتمثلها سبخات أربع هي من الغرب إلى الشرق: جَوِي السلامة وسودا نثيل وعقلة المناصير والخفوس، تبلغ مساحاتها مجتمعة (٣٨,٢) كم٢، أي بنسبة (٥,٥٪)، أكبرها سبخة سودا نثيل حيث تمثل (٦٥,٧٪) من مجموع السبخات الجنوبية، (٣,٦٪) من المساحة الكلية للسبخات، وتقع بعض أجزاء هذه السبخات دون مستوى سطح البحر بحوالي (-٢) م وخاصة الجزء الشرقي من سبخة سودا نثيل، وما عدا ذلك فقد تتساوى سطوحها مع مستوى سطح البحر، أو تعلوه بـ (٣) م، وخاصة الأجزاء الشمالية والجنوبية من سبخة عقلة المناصير، وتفسير ذلك وقوع هذه الأجزاء عند هوامش إرسابات رملية سائبة، ساعدت الرياح على سفي كميات منها وإلقائها في هذه المواقع.

وهي - كما أوضحنا سابقا - (راجع موضوع الطيات المقعرة ص١٤٣) تمثل دليلا لا يقبل الشك على أن البحر في البليوستوسين الأدنى كان قد فصل قطر التي



أضحت جزيرة عن الجزيرة العربية من خلال ذراع خليج سلوى المتجه نحو الجنوب الشرقي والذي التحم مع مقعر خور العديد ذي الاتجاه الشمالي الغربي في هذه المواقع، مخلفا وراءه نطاق السبخات الجنوبية بعد انخفاض منسوب سطح البحر، والتحام الرسغ القطري مرة ثانية بكتلة الجزيرة العربية.

ثالثا: الأحواض المغلقة (المنخفضات):

من السمات التي تسترعي الانتباه أن هيئة الأرض في شبه جزيرة قطر تتشكل بالعديد من الأحواض المغلقة أو المفتوحة من جانب أو أكثر (المنخفضات)، وقد قام الباحث بحصر الأحواض المغلقة الموقعة على الخرائط الطبوغرافية لقطر مقياس رسم (١ : ٥٠٠٠٠)، فتبين له أن عددها يبلغ (١٢٥٢) حوضا مغلقا، **وهي عبارة عن مساحة أرضية تحيطها خطوط الكنتور وتشكل إطارها الخارجي، وتنخفض عما جاورها من ارتفاعات (أي أنها مناطق تصريف)**، موزعة كالتالي:

جدول رقم (٣-٢)

توزيع الأحواض المغلقة حسب اللوحات الطبوغرافية

النصف الشرقي			النصف الغربي		
رقم اللوحة	العدد	٪	رقم اللوحة	العدد	٪
٤٧٥/١٧٠	٩	٠,٧٢	٤٧٥/١٧٠	٣	٢٤
٤٥٠/٢٠٠	٣١	٢,٤٨	٤٥٠/١٥٠	٢٨	٢,٢٤
٤٢٥/٢٠٠	٥٧	٤,٥٥	٤٢٥/١٥٠	٢٨	٢,٢٤
٤٠٠/٢٠٠	٨٨	٧,٠٢	٤٠٠/١٥٠	٤٤	٣,٥١
٣٧٥/٢٠٠	١٨٧	١٤,٩٤	٣٧٥/١٥٠	١٧٣	١٣,٨١
٣٥٠/٢٠٠	٩١	٧,٢٧	٣٥٠/١٥٠	١٨١	١٤,٤٦
٣٢٥/٢٠٠	٦٩	٥,٥١	٣٢٥/١٥٠	١٧٦	١٤,٠٦
٣٠٠/٢٠٠	١٢	٠,٩٦	٣٠٠/١٥٠	٧٥	٥,٩٩
المجموع	٥٤٤	٤٣,٤٥	المجموع	٧٠٨	٥٦,٥٥

من الجدول السابق رقم (٣-٢) نلاحظ السمات التالية:

١- توزيع الأحواض المغلقة بين النصفين الطوليين غير متكافئ، إذ يضم النصف الشرقي (٤٣,٤٥٪) من مجموع الأحواض المغلقة، بينما تصل نسبتها في النصف الغربي إلى حوالى (٥٦,٥٥٪)،ويعني هذا أن هناك تركزا واضحا لها في النصف الغربي مما يؤكد على انتشار العديد من الشقوق والمفاصل ذات العلاقة بنشأتها، ويوحي بوجود درجة من التباين في خصائص التركيب الصخري.

٢- تتزايد كثافة الأحواض المغلقة كلما اتجهنا نحو الجنوب (خاصة وسط الجنوب) (**خريطة رقم ٣-٨**)، إذ يبلغ عددها إلى الجنوب من خط عرض الدوحة (أي ابتداء من اللوحات ٢٠٠/ ٣٧٥ و ١٥٠/ ٣٧٥) حوالي (٩٦٤) حوضا مغلقا، أي بنسبة (٧٧٪)، وتصل نسبتها في هذه المواقع في النصف الشرقي (٢٨,٧٪)، وفي النصف الغربي (٤٨,٣٪) من المجموع الكلي.

٣- يلاحظ أن أكثر اللوحات الطبوغرافية احتواء للأحواض المغلقة في النصف الشمالي (اللوحة ٢٠٠/ ٤٠٠) لا تزيد نسبتها على (٧,٠٢٪)، في حين تضم اللوحة التي تقع ضمنها الدوحة حوالي (١٨٧) حوضا مغلقا، أي بنسبة (١٤,٩٤٪)، يماثلها لوحات طبوغرافية ثلاث تقع ضمن النصف الغربي وتضم مجتمعة (٥٣٠) حوضا مغلقا، أي بنسبة (٤٢,٣٣٪)، ويعني هذا أن أقل من (ثلث) مجموع اللوحات الطبوغرافية تضم ما يقارب (٥٧,٢٧٪) من الأحواض المغلقة.

وقد تبين من خلال دراسة الخرائط الطبوغرافية أن الأحواض المغلقة تتباين فيما بينها من حيث الشكل والحجم، إذ تبدو على هيئة ندب أرضية تشبه فوهة بركان يتخذ بعضها شكلا دائريا كما هو الحال في أحواض فليحة والمرخية ومعيذر والوجبة، ويتميز البعض الآخر بالاستطالة كأحواض أم طاقة وسودا نثيل، ونوع ثالث ليس له شكل هندسي معين كأحواض المزروعة والماجدة وأحواض الجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر.

تتراوح أقطار هذه الأحواض بين بضع مئات من الأمتار كأحواض النعمان والعوينة والكعبان، وعدة كيلومترات كأحواض الماجدة في الشمال وسودانثيل في الجنوب وأم طاقة في الوسط على سبيل المثال، وتفصل بين الأحواض المغلقة



٤٧٥/١٧٠	
٤٥٠/٢٠٠	٤٥٠/١٥٠
٤٢٥/٢٠٠	٤٢٥/١٥٠
٤٠٠/٢٠	٤٠٠/١٥٠
٣٧٥/٢٠٠	٣٧٥/١٥٠
٣٥٠/٢٠٠	٣٥٠/١٥٠
٣٢٥/٢٠٠	٣٢٥/١٥٠
٣٠٠/٢٠	٣٠٠/١٥٠

مفتاح الخريطة

شكل رقم (٣ - ٨)

خريطة توزيع كثافة الأحواض المغلقة في شبه جزيرة قطر



أراضي الحماد الصخرية التي تبرز فيها بعض التلال الشاهدة تطوق هوامش الأحواض، وتختلف عنها في المناسيب وفي خصائص التركيب الصخري، وهذا ما يفسر لنا الصلة بين خطوط الارتفاعات المتساوية وبين نوع الصخور وخصائصها، إذ ينخفض قاع بعضها بالنسبة للمستوى الموضعي إلى أكثر من (٣٠) م كحوض سودانثيل، وبعضها الآخر ينخفض ما بين (١٢-٢٤) م كأحواض أم طاقة والمرخية وفليحة، والعديد منها لا يمكن تمييزه إلا بشق الأنفس نظرا لضآلة الفوارق الرأسية بين قيعانها وما يحيطها من سطوح مستوية.

ولتوضيح هذه الخصائص قمنا برسم بعض القطاعات التضاريسية لأحواض مختارة هي أحواض «أم طاقة والمرخية وفليحة وسودانثيل»، **فحوض أم طاقة** يقع في وسط الغرب ويتفق مع خط عرض (١٨َ ٢٥ْ) شمالا، وخط طول (٥َ ٥١ْ) شرقا، يرتكز على محور طولي شمالي - جنوبي، يبلغ حوالي (٥,٣٥) كم، وعرض يتراوح ما بين (٠,٣٥-١,٥) كم، ويرتفع قاعه بين (٢٣-٢٧) م عن مستوى سطح البحر، ومن قراءة القطاع التضاريسي لهذا الحوض (**رقم ٣-٩أ**) يتبين أنه عبارة عن حوض صندوقي الشكل تحفه من جهة الغرب حواف صخرية شديدة الانحدار، تستمر حتى ارتفاع (٣٥) م، يأخذ الانحدار بعدها - رغم تزايد الارتفاع - بالتدرج اللطيف حتى القمة التي ترتفع إلى أكثر من (٥٠)م.

أما الجانب الشرقي فينحدر بشدة نحو القاع حتى ارتفاع (٢٨) م، ثم يتخذ السطح بعد ذلك شكلا سلميا (مصطبيا) يكاد يكون منتظما إلى حد كبير حتى ارتفاع (٤٠) م، وينفتح الحوض من جهة الشمال على سطح مستو يخلو من التعقيدات التضاريسية، بينما حالت دون امتداده نحو الجنوب حواف صخرية تتوسطها قمم تصل في ارتفاعها إلى أكثر من (٤٦) م، وهي امتداد طبيعي للحواف الصخرية في الغرب، حيث تتشكل من مخلفات صخرية تنتمي للدمام الأسفل (Edm1) وتضم علاوة على الطين الصفحي الحجر الجيري والدولومايت، ومن تكوينات الرس العائدة جميعها إلى الإيوسين الأوسط والأسفل.

أما حوض المرخية المزدوج (**شكل رقم ٣-٩ب**) فيقع على يسار المتجه من الدوحة إلى أبو سمرة وقبل الكرعانة بحوالي (١٥) كم، ويتفق مع خط عرض (٥َ ٢٥ْ) شمالا وخط طول (٩َ ٥١ْ) شرقا، وهو عبارة عن حوضين صغيرين



أ- منخفض أم طاقة

ب- منخفض المرخية
(شمال شرق الكرعانة)

جـ- منخفض ظليمة

د- منخفض سودانثيل

شكل رقم (٣-٩)

قطاعات تضاريسية عرضية لأحواض تصريف مغلقة مختارة



يرتفعان (٣١) م عن مستوى سطح البحر، بفارق موضعي يتراوح ما بين (١٥-١٧) م، تفصلهما تلة ترتفع إلى (٣٧) م عن سطح البحر، ويبدو أن انحدار جوانب التلة باتجاه الحوضين شديد، ولكنه أقل حدة عند هوامش الحوضين، ويلاحظ من واقع الخريطة الجيولوجية أن الجانب الغربي لحوض المرخية الغربي يتشكل من تكوينات الدام الأسفل (حجر جيري وصلصال)، وأن الجانب الشرقي وهو الأكثر انحدارا يتكون من الطمي ذي الحبيبات الدقيقة، يماثله في ذلك الجانب الغربي للحوض الشرقي، فيما يشكل الطمي (الجرول المنتمي لتكوينات الهفوف) ذو الحبيبات الخشنة الجانب الشرقي للحوض الشرقي، ولهذا السبب تباينت درجات الانحدار على كلا جانبي الحوضين.

يبدو أن حوض فليحة الذي يتفق في موقعه مع خط عرض (٠٥َ ٢٤ْ) شمالا، وخط طول (١٨َ ٥١ْ) شرقا، ويقع على بعد (٤) كم إلى الجنوب الشرقي من مزرعة الغشام، أكثر اتساقا في شكله الدائري من مجموعة الأحواض المغلقة، وفي انحداراته نحو قاع الحوض، **(شكل رقم ٣-٩جـ)** ويعزى ذلك في المقام الأول إلى تشابه تكويناته (حجر جيري ودولومايت) العائدة للإيوسين الأوسط (الدمام الأعلى)، وإلى انتظام خطوط ارتفاعاته المتساوية، بيد أن وجود أحد جناحي كثيب رملي متمركز عند القاع وعلى ارتفاع (١٢) م، قطع تواتر هذا الانحدار وشوه انتظامه، وما يتميز به حوض فليحة وضوح معالم حدوده الخارجية، إذ تحيطه سلسلة من الحواف الصخرية تنحدر نحو الداخل من ارتفاع (٢٦) م، يخترقها من الشمال أحد خطوط التصريف الداخلية عبر فتحة تحفها الحواف الصخرية، فبدت على شكل خانق ضيق.

يتخذ **حوض سودانثيل** الذي يقع إلى الشمال مباشرة من خط عرض (٣٥َ ٢٤ْ) شمالا ويتفق مع خط طول (٥َ ٥١ْ) شرقا، شكلا طوليا شماليا - جنوبيا، ويمتد لمسافة (٥,٨٥) كم، ويتراوح عرضه ما بين (١,٢-٢,٢) كم، تحيطه من الشمال ومن الجانبين الشرقي والغربي حواف صخرية ذات علاقة بتكوينات الدمام الأسفل Edm1، فيما يتشكل قلب الحوض من تكوينات الرس Er، وهي تكوينات أقدم من سابقتها، الأمر الذي ساعد العوامل الخارجية على نحتها وإزالة أجزاء منها، فبدى الحوض بهذا التجويف والاتساع.



وبالنظر إلى القطاع التضاريسي لحوض سودانثيل (شكل رقم ٣-٩د) يتضح لنا أن الانحدار يبدو لطيفا إذا اتجهنا من قاع الحوض (١٦) م صوب الشمال حتى ارتفاع (٢٠) م، يزداد الانحدار صعودا وبشكل منتظم تقريبا حتى خط ارتفاع (٤٤) م، أما صوب الجنوب فإن خط القطاع يبدو على شكل مدرج غير منتظم تعلوه مصطبة واضحة المعالم تقع على ارتفاع (٣٨) م وتمتد لمسافة (٠,٥) كم.

وغالبا ما تغطي أرضية الأحواض المغلقة إرسابات من الطمي والغرين، تختلط معها بعض الرواسب الرملية الهوائية، وهي عموما إرسابات دقيقة يصل سمك آفاقها إلى أكثر من (٣) م في المتوسط (Cavelier, 1970, p. 25)، وتنمو فيها بعض الشجيرات الصحراوية التي لا يزيد ارتفاعها على (٣) م، تتراكم حولها في كثير من الأحيان أكوام من الرمال نقلتها وأرسبتها الرياح مكونة ما يسمى بالنبكة Sand Shadow التي ترتفع عن القاع الطيني والغريني ما بين متر إلى مترين.

وقد تباينت الآراء حول الكيفية التي نشأت بها الأحواض الصحراوية المغلقة، إذ من المرجح أن العوامل الجيولوجية هي التي مهدت لعمليات حفر الأحواض القطرية وتعميقها وتوزيعها، كما أنها مسؤولة عن تكوين مناطق ضعف جيولوجية تتمثل في الشقوق والمفاصل والشروخ، تخيرتها عوامل النحت الخارجية، فبدأت منها عمليات الحفر والإذابة لتكوينات الانهيدرايت والجبس، فتحددت على إثرها الملامح الجيومورفولوجية للأحواض.

فحوض سمسمه Simsima Depression الذي يبعد (١٥) كم إلى الشمال الغربي من مدينة الخور قد تشكل على إثر تراجع الحواف الصخرية للجوانب الشمالية لقبة سمسمه، فإلى الجنوب الغربي من الخريص Al-Khrais الواقعة عند خط عرض (٥٠َ ٢٥ْ) شمالا، اتسع الحوض الداخلي على حساب تراجع الحواف الصخرية صوب الجنوب، بحيث يتراوح ارتفاعه ما بين (٨-١٦) م عند أقدام الحواف الصخرية. وتفسير ذلك يتمثل في تباين التركيب الصخري، حيث تتتابع أغطية سطحية من طبقات صلبة من الحجر الجيري الحبيبي والطباشيري مع تكوينات لينة تشتمل على الطين الجيري وطبقات رقيقة من الطين الصفحي، فإذا تآكلت الطبقات الرخوة قاعديا، يتقوض ما يعلوها من صخور فتتراجع الحواف ويزداد تجويف الحوض، وهذا ما ينطبق على أحواض سودانثيل والقصيِّرة ومنطقة الكرعانة.

ولعل فعل بعض هذه العمليات كان يسود في فترة من الفترات، ويختفي في فترات أخرى، إذ اشتركت المياه التي كانت تنساب على سطح الأرض في قطر أثناء الفتـرات المطيرة في حفر الأحـواض وتعميـقها إما بالنحت أو الإذابة، وخـلاصة القول أن نشأة الأحـواض المغلقة (المنخفضات) لـم تتم بواسطة عملية جيومـورفية واحدة، بل إن المسرح الجـيولوجي لشبه جزيرة قطر كان مـعدا بنسق ونظام بنيوي وسمات جيولوجـية معينة، خضع بعدها لتأثير الميـاه السطحية الجارية والرياح التي لعبت دورا أسـاسيـا في نشأة وتوسـيع الأحواض وزيادة مـساحتـها على حـساب تقويض الحواف الصخـرية، وبهذا تحولت أجزاء كثيرة من شبـه الجزيرة إلى سهول منبسطة من أراضي الرق الصـحراوية فامتدت لتلتـحم مع أراضي الحماد، في حين تتناثر تلال صخرية منعزلة تبرز على جوانب الأحواض، مما يدل على أنها مخلفات نحت، كان الباعث على وجودها العامل الليثولوجي.

ولظاهرتي الخراسيع Kharasi (مفردها: خرسعة) والدحول Dehul (مفردها: دحل) علاقة وثيـقة بنشأة الأحواض، إذ أضفَت طابعـا مميزا على السطح في قطر، حيث كانت الظروف في عـصر البليوستوسين مـلائمة لتكوين حفر إذابة كارسـتية، فالطبقات الصخرية التي تتألف منها تكوينات المنطقة قابلة للإذابة، والصخور الجيرية كثيـرة الشقوق والمفاصل، كـما أن الأمطار التي كانت تسقط على شـبه جزيرة قطر إبان عصر البليوستوسين من الغزارة بحيث من المرجح أن تكون قد أدت إلى تكوين مجموعات Assemblages من الأشكال الأرضية سـواء منها السطحي أو الباطني، ومن أهمها **خرسعـة البحث** الواقعـة في الغرب وتتـفق مع خط عرض (١٦َ ٢٥ْ) شمالا وخط طول (٥٩َ ٥٠ْ) شرقا، و**خرسعة الكرعانة** التي تبعد كيلو مترين إلى الغرب من بلدة الكرعـانة، والخراسيع عبـارة عن أخاديد لم يكتمل هبوطـها بعد، وتخلو فضلا عن ذلك من برك الماء Pools، فإذا ما اكتمل تشكيلها تحولت إلى نمط آخر من أنماط حفر الإذابة الكارستية ألا وهي الدحـول Dehul.

فالدحول من الظاهرات الكارستية التـي تكونت في مراحل لاحقة للخراسيع على إثر إذابة المياه المترسبة والجوفية لطبقات الانهيدرايت والجبس، وهي عبارة عن كهـوف سطحية، وقد سـاد اعتقاد بين سكان قـطر بأنها خسوف أرضـية تشكلت

بواسطة الـشـهب التي ترتطـم بسطح الأرض، إلا أن (Thesiger, 1946, p. 136) نفى ذلك بقوله:

"A Khasfa is a name given to any well reputed to have been made by falling star, nothing in the appearence of the well supported this theory".

ويمكن أن نميز بين ثـلاثة دحول: هي دحل المسفـر الذي يقــع بالقرب من «أم الشبرم» وعلى بعد (٦) كم إلى الشـمال من طريق الدوحة - أبو سمره ودحل الحمـام الذي يقع إلى الشمـال من مدينة خليـفة وعلى بعـد (٣,٥) كم من قلب العاصمة الـدوحة ودحل المظلم الذي يوجد على مقربة من مزرعـة خالد بن ناصر إلى الجنوب من محطة الأقمار الصناعية في مكينس.

وتتراوح أعمـاق هذه الدحول التي تصل في كثـير من الأحيان إلى مـستوى المياه البـاطنية ما بين (١٢) م في دحـل الحمام، حـيث يضم بركة من ميـاه عذبة تشوبهـا بعض الملوحة، ويعـتقـد أن هذا الدحل يمتد على شكل نفق باطـني أفقي باتجاه البحـر، تتخلل أرضيته بعض البالوعـات العميقة التي لم يتم التعـرف عليها بعد، وبين (٣٥) م في دحل المسفر، إذ تتجمع عند قاعدته كميات من المياه الجوفية ولكنها ليست بالكثرة التي تشاهد في دحل الحمام، ويظهر دحل المسفر من الداخل على شكل منحدر تغطي أجزاءه العليا كتل صـخرية انفصلت من السقف فانهارت واستقرت في مواضعها الجديدة، بينما تغطي أرضيته في أجزائه الدنيا فرشات رملية من المحتمل أنها تجمعت على إثر سفي الـرياح لها، أما دحل المظلم فهو عبارة عن شق ضيق عند الفوهة والقاعدة متسع على شكل قدْرٍ فيما بينهما.

وأشار (Cavelier, 1970, p. 29) بأن عمليـات الحفر والتنقـيب عن النفط قد أرشدت إلى وجود العديد من الـتراكيب الانهيارية الجوفيـة بأشكالها الدائرية، حيث تتراوح أبعادهـا بين (١ , ٠-١٠) كم، وتميل طبقاتها مـا بين (٥-١٠) درجات، وقد تصل إلى (٣٠) درجة، لذلك تكونت طيات داخليـة مقعرة Negative Amplitude على إثر عمليات التحلل الكيميائي وإذابة الأملاح والمتبخرات في الأعماق.

رابعا: المسل المائية والأودية الجافة: Dry Water-Runlets

حاول الباحث من دراسته لخرائط قطر الطبوغرافية (١٥) لوحة مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠ إجراء حصر لعدد المسل المائية الجافة يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٣-٣)

أعدد المسل المائية الجافة وروافدها موزعة حسب اللوحات الطبوغرافية

رقم اللوحة	العدد	٪	رقم اللوحة	العدد	٪
٤٥٠/٢٠٠	٥٦	٩,١١	٤٧٥/١٧٠	٤٥	٧,٣٢
٤٢٥/٢٠٠	٨٨	١٤,٣١	٤٥٠/١٥٠	١٢٤	٢٠,١٦
٤٠٠/٢٠٠	٨٤	١٣,٦٦	٤٢٥/١٥٠	٧٧	١٢,٥٢
٣٧٥/٢٠٠	٥٤	٨,٧٨	٤٠٠/١٥٠	٣٣	٥,٣٦
٣٥٠/٢٠٠	-	-	٣٧٥/١٥٠	١٧	٢,٧٦
٣٢٥/٢٠٠	٤	٠,٦٥	٣٥٠/١٥٠	٢١	٣,٤١
٣٠٠/٢٠٠	٢	٠,٣٣	٣٢٥/١٥٠	٢	٠,٣٣
-	-	-	٣٠٠/١٥٠	٨	١,٣٠
المجموع	٢٨٨	٤٦,٨٤	المجموع	٣٢٧	٥٣,١٦

من الجدول رقم (٣-٣) (وشكل رقم ٣-١٠) تتبين لنا الحقائق التالية:

١- يضم النصف الشرقي لشبه جزيرة قطر ممثلا باللوحات الزوجية (٤٦,٨٤٪) بينما يضم النصف الغربي الذي تمثله اللوحات الفردية (يستثنى رقم ١) حوالي (٤٥,٨٥٪) من عددها البالغ (٦١٥) مسيلا بروافدها، ولعل هذا يوضح مدى التعادل في التوزيع تقريبا بين نصفي شبه الجزيرة.

٢- تنفرد اللوحات ٣، ٤، ٥، ٦ بأكثر من (٦٠٪) من عدد المسل وروافدها، يخص اللوحة رقم ٣ أكثر من (٢٠٪)، في حين تخلو اللوحة رقم ١٠ من هذه المسل؛ لأن المنطقة تسودها رواسب السبخات والرمال الهوائية.

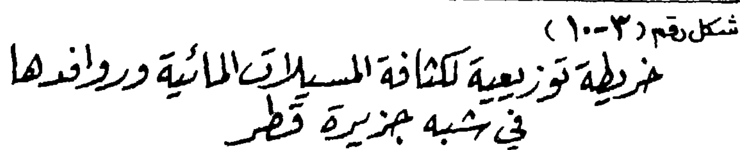
٣- يلاحظ أن أكثر من (٩٠٪) من المسل وروافدها تنتشر فيما بين الرويس وخط عرض الدوحة، ويرتبط هذا التوزيع من جانب بالتكوينات الصخرية وما تتميز بها من خصائص بنيوية تسمح بوجود جريان سطحي، وبغزارة الأمطار

- ● أكثر من ٢٠
- ◒ من ١٠ – ٢٠
- ○ من ٥ – ١٠
- — من صفر – ٥
- · صفر
- • مراكز استقرار بشري

٤٧٥/١٧٠	
٤٥٠/٢٠٠	٤٥٠/١٥٠
٤٢٥/٢٠٠	٤٢٥/١٥٠
٤٠٠/٢٠٠	٤٠٠/١٥٠
٣٧٥/٢٠٠	٣٧٥/١٥٠
٣٥٠/٢٠٠	٣٥٠/١٥٠
٣٢٥/٢٠٠	٣٢٥/١٥٠
٣٠٠/٢٠٠	٣٠٠/١٥٠

مفتاح الخريطة

شكل رقم (٣-١٠)



التي تتركز من جانب آخر في الأجزاء الشمـالية من شبه جزيرة قطر، وخاصة الأجزاء الغربية منها.

التصريف المائي وعلاقته بالتضاريس:

تتميـز المسل المائية والأودية في قطر بأنها جـافة، لا تسيل فيـها المياه إلا في فترات مـحدودة من السنة، وليس من الضروري أن تملأ المياه السـيلية كل قطاعات الوادي، بل تقتصـر في غالب الأحيان على أحد الـقطاعات دون الآخر، ومن هنا يبدو أن دور المياه الـسطحية الجارية في تشكيل مـلامح السطح في قطر دور تسوية وتمهيد أكـثر منه عامل تخـديد، ووسيلة طمس للمعالم بدلا من أن يـكون مدعاة لخلقها وإبراز تفاصيلها، ويظهر ذلك من خلال علاقته بالعوامل التالية:

١- ندرة الأمطار:

تقع شبه جـزيرة قطر على هوامش المطر الشتوي التابع لنظام البـحر المتوسط من ناحية الشـمال، وتجاور هوامش المطر الصيفي من ناحـية الجنوب، وبهذا الموقع تخضع لنطاق الجدب المعتـدل الذي يبني قياساته على الاحتمـالات، ويتماثل بهذه الصـفة مع العـالم العـربي الجـاف، وبطبيـعـة الحال ينعـكس أثر هذا الموقع على معدلات المـطر السنوي التي تتراوح بين (٢٠-٨٠) مم، تسقط جمـيعها فـي فترة قصيـرة وتأتي بها الانخفاضات الجوية المتـوسطية المصاحبة للغـربيات، والعواصف الرعدية التي تتشكل محليا على إثر نشاط التيارات الهوائية الصاعدة.

٢- استواء السطح:

يغلب على سـطح قطر الاسـتـواء وتدني المناسـيب، إلا في بـعض المناطق الواقعـة في الغرب والجنوب الـغربي (**خريطة رقم ١-١١**)، وتبعـا لذلك يتمـيز الانحدار ببسـاطته، مما يؤثر على كميـة المياه الجارية، وينتج عنه انتـشار المياه على السطح المستوي الـذي يساعد بالتالي على زيادة الفاقـد بالتسرب أو بالتبـخر، فلا يبقى منها على السطح إلا كميات قليلة، وتفـقد بالتالي قوتها وقدرتها على نحت الصخـور وتكوين مناطق مخـددة ومضـرسة على نحـو ما تتمـتع به المناطق ذات الانحـدارات الشديدة والأمطار الغـزيرة، لذا تبـدو الأودية كمظهـر سطحي باهت على اللاندسكيب الطبيعي.



٣- نوع الصخور التي يتكون منها سطح قطر:

إذا كان لعنصري الانحدار والاستواء، وتدني المناسيب، وقلة الأمطار أثر على كمية التصريف المائى وأنماطه، فإن لنوع التركيب الصخري وخاصة درجة نفاذيته للمياه Permeability ومدى مساميته Porosity أكبر الأثر على العلاقة بين التصريف المائي والبنية الجيولوجية والتي تبدو علاقة طردية، فعلى الرغم من تعرض شبه الجزيرة القطرية - كما أوضحنا - لحركات تكتونية طفيفة، إلا أن التكوينات الصخرية وخاصة السطحية منها قد اكتسبت كثيرا من الخصائص انعكست على ما يتمثل بها من شقوق ومفاصل وبعض الصدوع، الأمر الذي أعطى للتركيب الصخري القدرة على طمس معالم بعض خطوط التصريف المائى السطحي، وعلى النقيض من ذلك ساهمت في تغذية الخزانات المائية الجوفية، وبالتالي ارتفاع منسوب المياه فيها ليتم تعويض الفاقد من الاستهلاك البشري.

بالإضافة إلى ذلك فإن كميات الأمطار الساقطة قد عملت على استمرار إذابة التكوينات الصخرية الجيرية المختلطة برواسب من المتبخرات، وحملها معها أثناء تسربها رأسيا في الصخر، وبتوالي هذه العملية تتسع فجوات الإذابة والفراغات البينية التي تتفق إلى حد كبير مع نقط الضعف الميكانيكي، ولهذا يتأثر التصريف المائي السطحي بمدى نفاذية الصخر وقابليته لتسرب المياه نحو الباطن.

فقد سجل ليوبولد وآخرون (Leopold and Others, 1964, p. 101) بعض الأرقام عن النفاذية النسبية لبعض الصخور وهي كما يلي:

الصخور النارية والمتحولة	١	الطين الصفحي	٥
الصخور الجيرية	٣٠	الحجر الرملي	٥٠٠

ومهما يكن قوله فإن هذه الأرقام تعطي ولو فكرة عامة عن التفاوت النسبي بين أنواع الصخور فيما يتعلق بنفاذيتها للمياه، والذي يهمنا أن غالبية الصخور التي يتكون منها سطح قطر ذو نفاذية عالية (سيتضح ذلك عند دراسة موارد المياه)، مما يؤدي إلى قلة خطوط التصريف المائي، أما الطين الصفحي فإن طاقته التسربية تقل كثيرا عن الحجر الجيري مما يساهم في زيادة فُرَص الانسياب السطحي، وبالتالي زيادة كثافة التصريف المائي، ولعل هذه الخاصية (وجود الطين

الصفحي) تتمثل في الطبقات الصماء التي تفصل بين الطبقات الحاملة للمياه في مختلف أنحاء قطر.

ولئن كانت تلك هي العوامل الأكثر تأثيرا على التصريف المائي وديمومته وكثافة توزيعه وأنماطه، فإن ارتفاع درجات الحرارة في جميع مناطق قطر، وحركة الهواء الأفقية Advection التي تتميز بدفئها، تساعد على نشاط عملية التبخر، ومن ثم تقلل من فرص انطباع التصريف المائي السطحي، فمما لاشك فيه أن تكون كل هذه العوامل قد تضافرت فيما بينها وأدت إلى تشتيت ما يسقط من أمطار قليلة على سطح الأرض في قطر، لذا يتميز التصريف المائي السطحي بخصائص معينة أبرزتها مجموعة العوامل السابقة، ستتضح من خلال دراستنا للأمور التالية:

خصائص أحواض المسل المائية والأودية الجافة:

يتبين من دراسة خرائط قطر الطبوغرافية (١٥ لوحة مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠) أن المسل التي طبعت آثارها على سطح قطر، أمسلة سيلية مؤقتة، تنساب فيها المياه في موسم سقوط الأمطار، وهي قصيرة لا تتجاوز أطوالها في المتوسط (٧) كم، وتناقش الدراسة المورفومترية لأحواض المسل الموضوعات التالية:

أولا: مساحات أحواض المسل المائية. ثانيا: أبعاد أحواض المسل المائية.

ثالثا: أشكال أحواض المسل المائية. رابعا: تضاريس أحواض المسل المائية.

أولا: مساحات أحواض المسل المائية المختارة:

وقد تم اختيار (٥) أحواض للتصريف هي مسل: السويحلية، النعمان، إرفيج (الرفيق)، الريان، والسيلية. والجدول التالي يوضح القيم المطلقة لمساحات الأحواض، مع ملاحظة أننا سنذكر كلمة «إرفيج» في المتن:

جدول رقم (٣-٤)

مساحات أحواض المسل المختارة (كم٢)

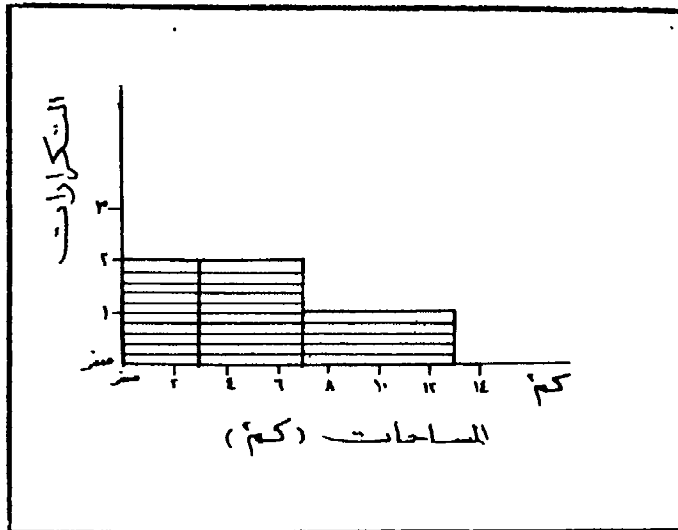
الحوض	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية	المجموع
المساحة	١٣,٥	٧,٢	٧	٤	٢,٥	٣٤,٢

نستخلص من (الجدول السابق رقم ٣-٤) الخصائص التالية:

١- يلاحظ أن أكبر أحواض المسل المختارة مساحة حوض مسيل السويحلية إذ يمثل (٣٩,٥٪) من مجموعة المساحة، بل يعتبر أكبر أحواض المسل السيلية مساحة في شبه جزيرة قطر، فيما يعتبر حوض مسيل السيلية أصغرها (الأحواض المختارة) إذ لا تتجاوز نسبة مساحته (٧,٣٪).

٢- تقسم أحواض المسل إلى فئتين مساحيتين (وفق المتوسط البالغ ٦,٨٤ كم٢)، فئة تقل مساحاتها عن المتوسط العام وهما الريان والسيلية، وفئة تزيد مساحاتها وهي السويحلية والنعمان وإرفيج.

٣- يتضح أن الفئة الثانية (من ٥ - أقل من ١٠) (شكل رقم ٣-١١) تمثل حدا فاصلا بين الأحواض التي تتناقص تكراراتها وتتزايد مساحاتها، والأحواض التي تتزايد تكراراتها وتتناقص مساحاتها.



شكل رقم (٣-١١)

المدرج التوزيعي التكراري لفئات مساحات أحواض المسيلات المائية

٤- يعكس مدرج التـوزيع التكراري تناقصا واضـحا في تكرار مساحـات أحواض المسل التي تفوق قيمة المتوسط، وينفرد بها حوض مسيل السويحلية.

٥- يتبين أن مدرج التوزيع التكـراري غير متكافئ على جانبيه، إذ تميل قـمته نحو الجانب الأيسر، ويتجه بذيله صوب اليمين، فإنه يمثل التواء بسيطا موجبا.

٦- الاتجاه المحـوري هو الصفـة الغالبـة على أحواض المسل، إلا أن هناك تـفاوتا واضحا في كيفية هذا الاتجاه ومحصلته، يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٣-٥)

اتجاهات أحواض المسل المختارة وقيم زوايا الاتجاه

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
الاتجاه وزاويته	١٥ غ.غ.ش	١٨٠ ق.غ	٦٥ ش.غ	٢٠ ج.ق	٤٤ ج.ق

ثانيا: أبعاد أحواض المسل المختارة:

نقصد بها: طول الحوض، عرض الحوض، ومحيط الحوض.

١- طول الحوض:

يعني طول الحوض المسافة بين المصب وأبعد نقطة تقع على المحيط، وتوازي خط التـصريف الرئيـسي (Schum, 1956, p. 612) والجـدول التالي يوضح نتـائج القياس:

جدول رقم (٣-٦)

أطوال أحواض المسل المختارة (كم) مرتبة حسب المساحة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
طول الحوض	٦.٩	٦	٥,١	٣,٨	٣,٧

ومن الجدول السابق نلاحظ خصائص الطول التالية:

(أ) تتمثل أقصى قيمة للطول في حوض مسيل السويحلية، بينما تتمثل أدناها في حوض مسيل السيلية.

(ب) يمثل طول حوض مسيل إرفيج (٥,١) كم المتوسط العام، ويعني هذا أن التكرارات على كلا الجانبين متعادلة مع اختلاف في قيم الأطوال.

(جـ) يكشف الجدول السابق عن انحراف معياري واضح في أطوال أحواض المسل عن المتوسط الحسابي، حيث يبلغ (١,٢٤) بمعامل اختلاف يصل إلى (٢٤٪).

(د) من الملاحظ أن أحواض المسل التي تزيد أطوالها على المتوسط العام وتميزها مساحات كبيرة، ترتبط بنطاقات الشقوق والمفاصل والمصبات المفتوحة، أما أحواض المسل التي تبلغ أطوالها أدنى قيم لها وتمثلها مساحات صغيرة ترتبط نسبيا بمصبات حوضية مغلقة.

٢- عرض الحوض:

تم حساب العرض على أساس:

(أ) خارج قسمة مساحة الحوض على طوله (متوسط العرض).

(ب) قياس أقصى وأدنى عرض للحوض من واقع الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠، والجدول التالي يوضح نتائج الحساب والقياس.

جدول رقم (٣-٧)

القيم المحسوبة والمقاسة لعرض الحوض (كم)

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
متوسط العرض	١,٩٦	١,٢	١,٣٧	١,٠٥	٠,٦٨
أقصى عرض	٣,٧	٢,٣٥	٢,٢٥	٢,٢٥	١,٢٥
أدنى عرض	١,٠٠	٠,٥٥	٠,٣٥	٠,٣٠	٠,٣٥

يشير الجدول السابق (رقم ٣-٧) إلى الخصائص التالية:

(أ) يمثل متوسط عرض حوض مسيل السويحلية أعلى قيمة محسوبة (١,٩٦)كم، وهي قيمة تنطبق على أقصى وأدنى عرض، لذا يعتبر أكبرها على الإطلاق إذا وضعنا خصائص المساحة والأبعاد في الاعتبار، أما أدنى قيمة محسوبة فيمثلها من المسل المختارة حوض مسيل السيلية (٠,٦٨) كم، وتتفق هذه الخصائص مع قيم المساحة وأبعاد الحوض الأخرى (باستثناء أدنى عرض).

(ب) تتأرجح باقي المتوسطات بين هاتين القيمتين، إذ يبلغ الانحراف المعياري لهذه المتوسطات (٠,٣٨)، بمعامل اختلاف (٦,٧٪)، ومعنى ذلك أن قيم المتوسط أكثر تمثيلا لخصائص الحوض من قيم الطول، لأنها توحي بعدم وجود فروقات شاسعة بين متوسطات العرض.

وقد تم تقسيمها إلى فئات العرض التالية بحسب مساحاتها وأطوال أحواضها يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٣-٨)

التوزيع التكراري لفئات متوسط العرض (كم)

الفئات	التكـــــرار		الأحواض الممثلة لكل فئة
	العدد	٪	
٠,٣ - ٠,٩	١	٢٠	السيلية
٠,٩ - ١,٥	٣	٦٠	النعمان، إرفيج، الريان
١,٥ - ٢,١	١	٢٠	السويحلية

ومن الجدول السابق نستخلص التالي:

(أ) فئة يتفق متوسط عرضها مع مساحتها وطولها، وتمثلها الفئة الأولى والثالثة، وتشكل (٤٠٪) من عدد الأحواض المختارة، وتنطبق هذه الخصائص على أصغر الأحواض المختارة وأكبرها مساحة، وهما حوضا: السيلية والسويحلية.

(ب) فئة وسطى تجمع بين الأحواض الصغيرة (الريان) والمتوسطة (النعمان وإرفيج) وتبلغ نسبة تكراراتها (٦٠٪)، ويبدو أن الفروقات بين قيم هذه الفئة بسيطة، رغم اختلاف المساحات والأطوال، إذ تتراوح بين (٠,١٧-٠,٣٢) كم.

حدود القيم القصوى والدنيا لعرض الحوض:

يعكس متوسط العرض ملامح عامة، ولا يمثل حقيقة العرض وواقعه؛ لأنه اعتمد على المساحة والطول، لذا قمنا برصد أقصى وأدنى قيم للعرض بهدف الحصول على صورة صادقة إن أمكن لخصائص العرض نلخصها في التالي:

(أ) احتفظ حوض مسيل السيلية بترتيبه في مؤخرة أحواض المسل المختارة بالنسبة لأقصى عرض، وهي صفة ملازمة في واقعها ومتفقة في قيمتها مع خصائص المساحة وأبعاد الحوض، في حين تَفَوَّق في قيمته الدنيا على حوض مسيل الريان الذي تزيد مساحته بأكثر من مرة ونصف، وتعادل مع حوض مسيل إرفيج الذي يتفوق في مساحته بحوالي (٣) أضعاف تقريبا.

(ب) توحي أقصى وأدنى قيم للعرض بأن أحواض المسل المختارة بعيدة عن الانتظام والاتساق، وأن توزيع هذه القيم على امتداد أحواض المسل المختارة غير متوازن، فنلاحظ أن النصف الشرقي من حوض مسيل السويحلية يتماثل في عرضه، ويبدو منتظما، بينما يختل هذا الانتظام في النصف الغربي حيث يتناقص العرض ثم يتزايد ليتناقص مرة أخرى عند المصب.

(جـ) لعل حوض مسيل النعمان يمثل أنموذجا آخر، يبدو فيه اتساق الحوض متفقا مع الجزء الشرقي (المنابع) الذي يصبح شكله إذا ما التحم مع العنق دائريا منتظما تقريبا، أما باتجاه المصب فيضيق الحوض بعد انفراج، وتقترب خطوط تقسيم المياه من خط المجرى الرئيسي لانعدام الروافد على جانبيه (خريطة رقم ٣-١٢جـ).

(د) أما أحواض مسل الريان وإرفيج والسيلية فتمثل نماذج مغايرة لما سبق، إذ تضيق أحواض المسل عند المنابع والمخارج، وتتسع في الوسط لاتصال العديد من الروافد بالمجرى الرئيسي في هذه المواقع، ومثالنا حوض مسيل إرفيج (خريطة رقم ٣-١٢ب).

٣- محيط الحوض:

تم تحديد أحواض المسل المختارة بخطوط تمثل مناطق تقسيم المياه، تمتد عمودية على خطوط الكنتور في بعض الأحيان، أو موازية لها في أحيان أخرى، والجدول التالي يجمع نتائج قياس أطوال محيطات أحواض المسل المختارة:

أ - حوض وادي السويحلية

ب - حوض وادي إرفيج (الرفيعة)

ج - حوض وادي النعمان

د - حوض وادي الريان

هـ - حوض وادي السيلية

شكل رقم (٣-١٢)

خرائط شبكات التصريف الرئيسية وروافدها

جدول رقم (٣-٩)

أطوال محيطات أحواض المسل المختارة (كم) مرتبة حسب المساحة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
أطوال المحيطات	١٨,٣	١٣,٧	١٢	٩,٩	٩

من الجدول السابق والشكل (٣-١٢) نستخلص الخصائص التالية:

(أ) تتميز أحواض المسل ذات المساحات الكبيرة بمحيطات أطول من أحواض المسل ذات المساحات الصغيرة، ويلاحظ أن أطوال محيطاتها تتناسب مع هذه المساحات.

(ب) يتبين أن أكبر أحواض المسل المختارة مساحة وهو حوض مسيل السويحلية يمثله أطول محيط، حيث يبلغ (١٨,٣) كم، في حين يعتبر حوض مسيل السيلية أصغر الأحواض مساحة، ويخصه أصغر طول للمحيط (٩) كم، وهي خصائص تتفق كثيرا مع أبعاد الحوض الأخرى.

(جـ) ربما يعزى التفاوت في أطوال المحيطات من جانب إلى أنظمة الشقوق والمفاصل التي تتميز بها التكوينات الجيولوجية واتجاهاتها المتباينة، وإلى اتصال العديد من الروافد الكبيرة ذات الرتب الأدنى بأحواض المسل الرئيسية على كلا جانبيها من جانب آخر، ويتمثل ذلك في حوض مسيل السويحلية.

(د) يتزايد المدى بين أطوال محيطات أحواض المسل المختارة، وهذا ما يؤكده انحراف القيم عن المتوسط، حيث يبلغ هذا الانحراف (٣,٢٣) بمعامل اختلاف يبلغ في حدود (٢٥,٧٪) وهو أمر طبيعي، ما دامت تضم أحواضا متفاوتة الخصائص، سواء أكانت جيولوجية أم مورفومترية.

ثالثا: أشكال أحواض الأودية المختارة: Shapes

يعتبر شكل الحوض المتأثر بالأنماط الصخرية، والمؤثر على كثير من العمليات التي تسود الحوض ونظام التصريف فيه، أحد الخصائص الطبوغرافية الهامة، وهذا ما سيتضح من الدراسة التالية، وقد تم اختيار مقاييس الشكل التالية:

١ - استدارة الحوض.   ٢- استطالة الحوض.

١ - استدارة الحوض: Circularity Ratio

تعتمد كما أشار ميلر (Miller, 1953, p. 8) على مساحة الحوض وطول المحيط. ووصفها ميلتون (Milton, 1958, p. 446) بأنها تقيس مدى تماثل شكل الحوض مع الدائرة، والجدول التالي يوضح قيمها:

جدول رقم (٣-١٠)

نسب استدارة أحواض المسل المختارة موزعة حسب المساحة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
نسب الاستدارة	٠,٥٠	٠,٤٨	٠,٦١	٠,٥١	٠,٣٩

نستخلص من الجدول السابق و(شكل رقم ٣-١٢) الخصائص التالية:

(أ) يتماثل حوض مسيل إرفيج مع الشكل الدائري، ويتفق هذا مع قلة انحناءات خط تقسيم المياه، ويتطابق مع الخط الكفافي الذي لا يؤثر عليه توغل أي من أحواض الروافد، أو فجاج الرتبة الأولى، ومع ذلك فإن اتجاهات خط المحيط تحكمها في كثير من الأحيان خصائص البنية، ويبدو ذلك واضحا في شكل حوض مسيل النعمان الذي يعتبر أقل تماثلا مع الشكل الدائري من حوض مسيل إرفيج وخاصة الجزء الشمالي.

(ب) يعتبر حوض مسيل السيلية أكثر الأحواض ابتعادا عن خصائص الشكل الدائري، ويعزى ذلك إلى خلو الأجزاء العليا والدنيا من الروافد واقتصارها فقط على الجزء الأوسط برافد وحيد استطاع أن يتحكم في تراجع خط المحيط، مما خلق وضعا غير متماثل، انعكس بدوره على خصائص الشكل.

(جـ) نفترض أن النسبة (٠,٥٠) تمثل حدا فاصلا بين خصائص الشكل الدائري ونقيضه، فإن (٦٠٪) من عدد أحواض المسل المختارة تقترب من الشكل الدائري، بيد أن درجات الاقتراب والابتعاد عن هذا الشكل تتباين من حوض

إلى آخر، ويعكس هذا التباين مدى ارتباط أحواض المسل المختارة بشكل المحيط من ناحية، وبخصائص البنية وأنظمة الشقوق والمفاصل من ناحية ثانية، وبمدى توزيع الروافد بانتظام على جانبي المجرى الرئيسي من ناحية ثالثة.

وعلى هذا الأساس تقسم أحواض المسل المائية إلى فئتين:

الفئة الأولى: تتراوح فيها نسبة الاستدارة ما بين (٣٩, ٠-٤٨, ٠)، ويمثلها حوضا النعمان والسيلية، فالأول يتصف بازدواجية في خصائص استدارته، إذ يقترب الجزء الشرقي من الشكل الدائري، ويرتبط مع توزيع فجاج الرتبة الأولى، في حين يبتعد الجزء الغربي عن هذه الخصائص لاقتصار الحوض (كما سبق وأوضحنا) على المجرى الرئيسي فقط، هذه الخصائص أدت بتضافرها إلى عدم اتساق الحوض وابتعاده ولو جزئيا عن الشكل الدائري.

الفئة الثانية: وتزيد فيها نسبة الاستدارة عن (٥٠, ٠)، وتضم باستثناء حوض مسيل إرفيج كلا من السويحلية والريان، وتتفق نسبة استدارة الأول مع القيمة المعيارية، وتبلغ نسبة استدارة الثاني (٥١, ٠)، ويضبط خصائص الاستدارة في هذين الحوضين كل من توزيع الفجاج والشعاب على جانبي المجرى الرئيسي، ومدى تراجع خط المحيط واتساعه على حساب الأحواض الأخرى.

٢- استطالة الحوض: Elongation Ratio

وهي كما أوضحها شوم (Schumm, 1956, p. 612) تربط مساحة الحوض في علاقة مع أقصى طول للحوض، ويمكن رصدها في الجدول التالي:

جدول رقم (٣-١١)

نسبة استطالة أحواض المسل المختارة موزعة حسب المساحة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
نسبة الاستطالة	٠,٤٠	٠,٤٩	٠,٤١	٠,٤١	٠,٥٢

من الجدول السابق و(**شكل رقم ٣-١٢**) نستنتج الخصائص التالية:



(أ) تجنح بعض أحـواض المسل ذات المسـاحات الصـغيـرة كالـسيليـة مثـلا إلى الاستطالة، شأنها في ذلك شأن بعض أحـواض المسل ذات المساحات الكبيرة نسبيا كالنعمان، وهي خصائص تتفـق مع عدم اتساقهما ومدى ابتعادهما عن الشكل الدائري لعدم التـكافؤ في توزيع الروافد على طول المجـرى الرئيسي، حيث تقتصر على الجزء الشرقي بالنسبة للأول، وفي الوسط بالنسبة للثاني.

(ب) يبدو أن حوض مسيل الريان بمساحته الصغـيرة يبتعد عن الاستطالة نوعا ما؛ لأن غـيـاب الروافـد مـن النصف الغـربي أدى إلى انكـمـاش خط المحـيط وانحصاره في نطاق ضيق، مما أثَّر على شكل الحوض العام، ويتفق في قيمته مع حوض مسيل إرفيج الذي بات أقرب إلى الشكل الدائري منه.

(جـ) يلاحظ أن حوض مسيل السويحلية يتأرجح شكله بين الاستدارة والاستطالة، إذ يجمع بين الميزتين، فـهو في نصفه الشرقي يتسع بالقـدر الذي يضفي عليه شكلا دائريا، مما يوحي بتزايد عـمليات النحت بفعل المياه التي يسبـبها تزايد اتصال الروافد بالمجرى الرئيسي، في حين يضيق باتجاه المصب لاقتصاره على خط المجرى الرئيـسي، مما ترتب عليه اقتراب الحـوض من الشكل المستطيل، ومع ذلك يمكن تصـنيـفه ضـمن أحـواض المسـل ذات الشكل الدائري؛ لأن الاستطالة تبدو شبه عمودية على طول الحوض، بسبب التزام المجرى الرئيسي جانب الحوض الأيسر.

رابعا: تضاريس أحواض المسل المائية:

ترمي هذه الدراسـة إلى التعـرف على تضرس أحـواض المسل، وتقطعـها، وتميـزها بأنماط مـتفـاوتة من الانحـدارات، وإلى الكشـــف عن مدى ارتبـاطهـا بخصائص الصخر البنيوية والليثـولوجية، ومـدى استجابتها وتفاعلها مع عمليات النحت الطبـيعيـة، ولكي نحقق هـذه الأهـداف قـمنـا باختيـار مجمـوعة من القرائن أهمها:

١- نسبة التضرس. ٢- درجة الوعورة. ٣- المنحنى الهبسومتري.

٤- إنحدارات أسطح أحواض المسل المائية.



١ - نسبة التضرس: Relief Ratio

وهي كما حددها شوم (Schumm, 1956, p. 612) تمثل العلاقة بين إجمالي تضرس الحوض وأطول بعد في الحوض يوازي خط التصريف الرئيسي، وتستخدم في المقارنة بين التضاريس النسبية لأي حوض دون النظر للفروقات في المقياس الطبوغرافي، وعليه تم استخراج نسبة تضرس الأحواض المختارة موزعة كالتالي:

جدول رقم (٣-١٢)

نسب تضرس أحواض المسل المختارة (م/ كم)

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
نسبة التضرس	٤,٤٩	٣,٥٠	٤,٥١	٤,٧٤	٤,٦٠

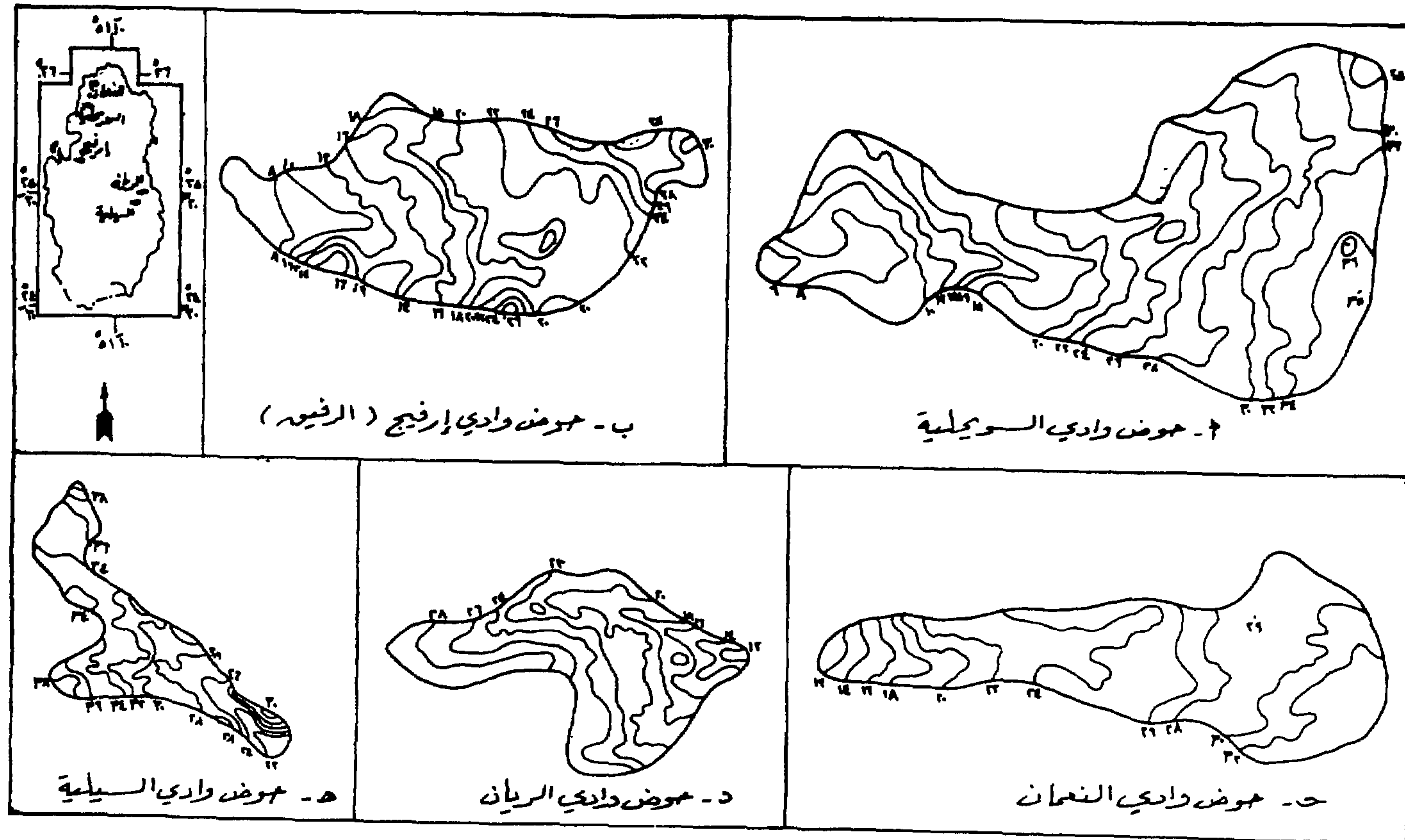
يوضح الجدول و(الشكل رقم ٣-١٣) الخصائص التالية:

(أ) باستثناء حوض مسيل النعمان، نلاحظ أن الفروقات في نسب التضرس بين أحواض المسل المختارة بسيطة، حيث لاتتعدى (٢٥ , ٠)م/ كم بين أعلى القيم وأدناها، هذا التقارب يشير إلى التشابه في الخصائص البنيوية والليثولوجية.

(ب) تنخفض نسبة التضرس في حوض مسيل النعمان لتصل إلى (٥٠ , ٣)م/ كم، وربما يعزى ذلك إلى وقوعه ضمن مجالات بنيوية تتمثل فى أنظمة الشقوق والمفاصل، وأنه يتفق مع خصائص الشكل المستطيل، مما يترتب عليه عدم الاتساق والانتظام، وينسجم هذا مع ما عبرت عنه (Morisawa, 1962, p. 1045) بأن أحواض المسل ذات المساحات الصغيرة تتميز بشكل دائري، ومجاري قصيرة، وانحدارات شديدة، ومع ما أوضحه (Gregory and Walling, 1973, p.267) بأن نسبة التضرس المرتفعة تتمثل في أحواض المسل الصغيرة، كما أن أكثر مناطق الحوض ارتفاعا لاتزيد على (٣٢) م، هذا الارتفاع لايتناسب مع طول الحوض الذي يبلغ (٦)كم.

(جـ) ترتفع في حوضي الريان والسيلية - وهما من الأحواض ذات المساحات الصغيرة - نسبة التضرس، إذ تتراوح ما بين (٤,٧٤ ، ٤,٦٠) م/ كم على





شكل رقم (٣-١٣)

خرائط خطوط الارتفاعات المتساوية لأحواض المسيلات المائية

التـوالي، وهذا ما يؤكـد على فـاعلية التـوزيع المحـدد لكميـة الأمطار التي يستقبلها الحوض (Input)، وتناقص حدة الفيضان أثـناء انطلاق موجاته عبر حوض التصريف.

(د) ينفرد حوض مسـيل السويحلية بأكبر فاصل رأسي إذا تمت مـقارنته بأحواض المسل المختارة، وهي ميزة ساهمت في زيادة نسبة التـضرس رغم كِبَر مساحته وطول أجزاء فجاجه وشعابه.

٢- درجة الوعورة: Ruggedness

تعتبـر درجة الوعورة - رغم بعض العيوب - مؤشـرا ذا مغزى في الكشف عن مدى تقطع أسطح أحواض المسل المائية، فاستـخدام تضاريس الحوض القصوى أخفى جوانب القصور فيها، والجدول التالي يوضح قيم درجة الوعورة:

جدول رقم (٣-١٣)

درجات الوعورة لأحواض المسل المختارة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
درجات الوعورة	٠,٠٠٦	,٠٠٥	٠,٠٠٨	٠,٠٠٥	٠,٠٠٧

يشير الجدول السابق إلى خصائص السطح التالية:

(أ) تبلغ درجة الوعورة أعلى قيمة لها في حـوض مسيل إرفيج، وهو ذو مساحة متوسطة، حـيث تبلغ (٠,٠٠٨)، ويعني ذلك أن تزايد كثافـة النصريف في هذا الحوض، مع ثبات تضرس الحوض يؤدي إلى قصـر المسافات الأفقية بين مناطق تقسيم المياه والفجاج المجاورة، وبالتالي تزايد شدة الانحدارات.

(ب) يؤكد ارتفاع درجات الوعورة في حوض مسيل السـيلية تزايد كثافة التصريـف من ناحية، وشدة الانحدار من ناحية ثانية، وبمقارنة حوضي الريان والسيلية، نجد أن قيـمة الفاصل الرأسي لكليهـما متساوية، مع تـفاوت كبير في كـثافة التصريف، علما بأنهـا تبلغ في حوض مسيل السيلية (١,٥) مرة من قـيمتها

في حوض مسيل الريان، هذا التفاوت في كثافة التصريف، رغم تساوي الفاصل الرأسي أدى إلى تزايد درجة الوعورة في حوض مسيل السيلية، وتناقصها في حوض مسيل الريان، وتعكس هذه الخصائص تزايدا مماثلا في درجات الانحدار وشدتها في الأول، وتناقصها في الثاني.

(جـ) إضافة إلى حوض مسيل الريان، فإن درجة الوعورة تبلغ أدنى قيمة لها في حوض مسيل النعمان (٠,٠٠٥) وهي تنسجم في هذا مع الانخفاض الحاد لحدي المعادلة، وخاصة كثافة التصريف، التي تبلغ (١,٢٨) كم/كم٢، وتشير إلى أن حوض مسيل النعمان أقل وعورة وتقطعا من أحواض المسل المختارة، الأمر الذي يوحي باتساع المسافات بين الفجاج والشعاب، وبالتالي تناقص درجات الانحدار وخفتها.

٣- المنحنيات الهبسومترية النسبية:

وقد تم قياس عناصر المنحنيات الهبسومترية النسبية التي تصور لنا شكل السطح وخصائصه التحاتية من واقع الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠، وفق طريقة ستريلر (Strahler, 1952, p. 1120)، ومن الأشكال البيانية للمنحنيات الهبسومترية النسبية تم استخراج قيم التكامل، وهي عبارة عن نسبة المساحة الواقعة أسفل المنحنى الهبسومتري إلى مساحة الشكل الكلية يوضحها الجدول التالي:

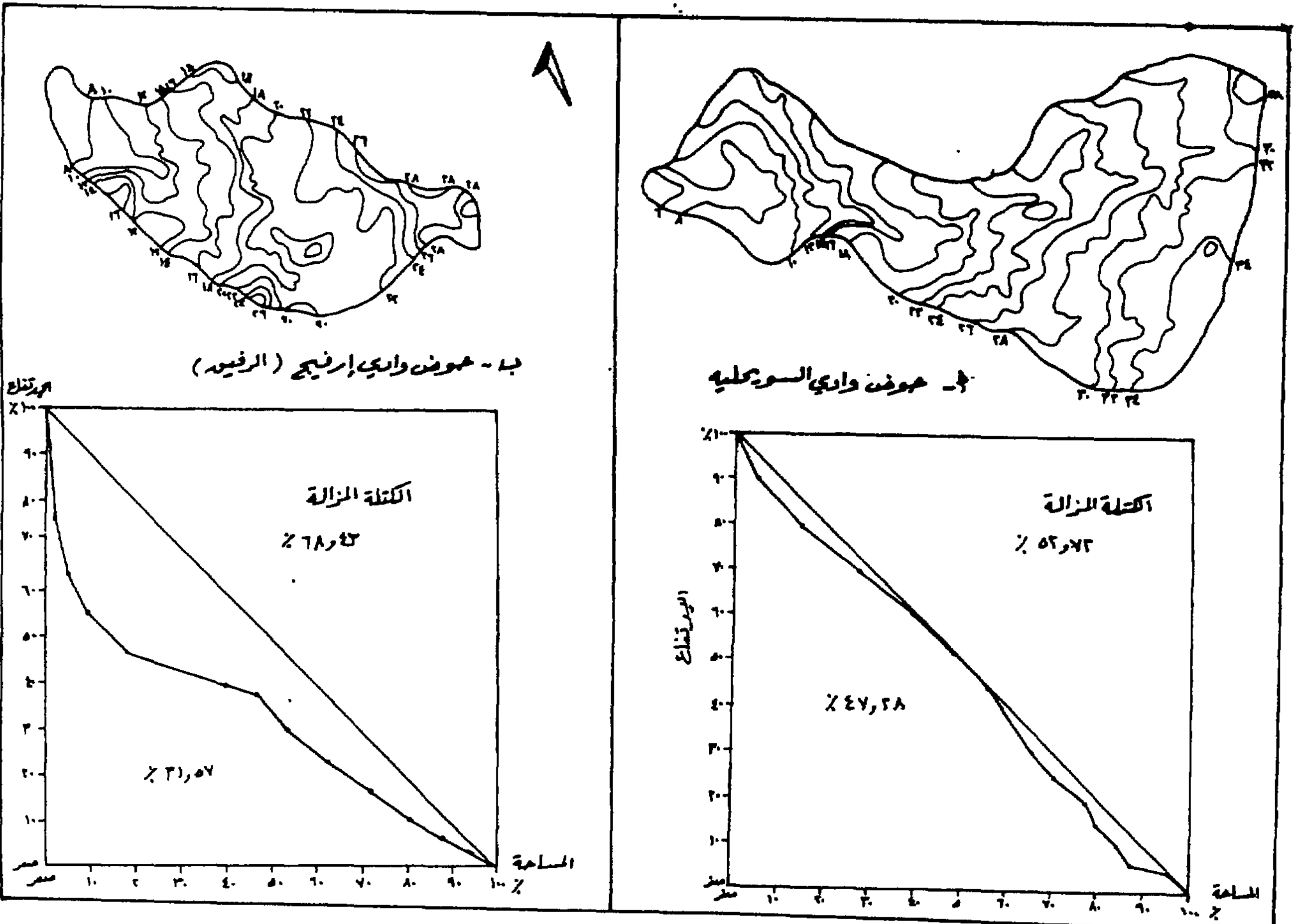
جدوا، رقم (٣-١٤)

التكامل الهبسومتري لأحواض المسل المختارة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
التكامل الهبسومتري	٤٧,٢٨	٥٦,٨	٣١,٥٧	٥١,٧١	٤٨,٧٩

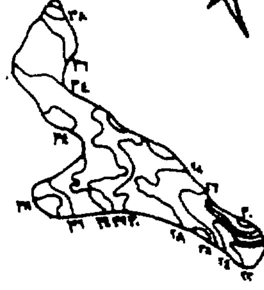
من الجدول السابق، وفحص (**الشكلين ٣-١٤أ، ب**) تتضح الخصائص الهبسومترية التالية:

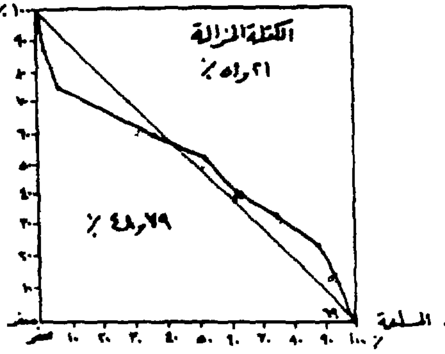


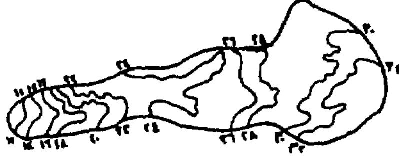


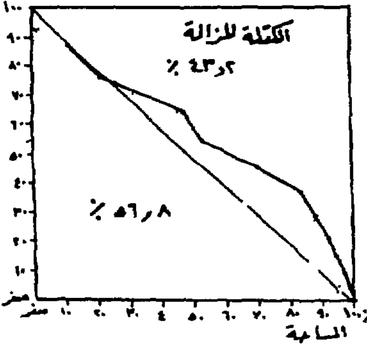
شكل رقم (٣-١٤أ)

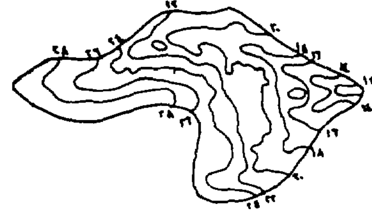
التكامل الهبسومتري لأحواض المسيلات المائية

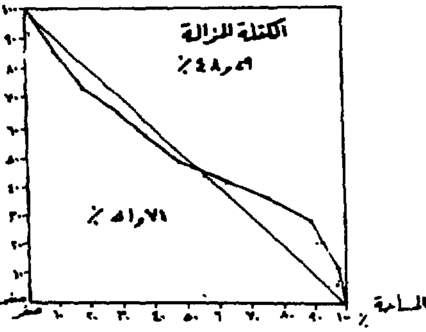












(تابع) شكل رقم (٣-١٤ب)

التكامل الهبسومتري لأحواض المسيلات المائية

(أ) ينقسم المنحنى الهبسومتري النسبي لحوضي السويحلية وإرفيج إلى شكلين مقعرين مختلفين، تبدو درجات التقعر على جانبي نقط التغير في الأول متماثلة تقريبا، بينما يتميز الجزء العلوي في الثاني بتقعر حاد وزوايا انحدار شديدة، والجزء السفلي بتقعر بسيط وزوايا انحدار خفيفة، وكلاهما ينمّان عن تناقص في كتلة الحوض نتيجة تزايد عمليات النحت رغم تفاوتها بين الحوضين من جهة، وبين الجزءين العلوي والسفلي من جهة أخرى.

(ب) تتميز بقية المنحنيات الهبسومترية لأحواض المسل المختارة بالتقعر في الأجزاء العليا والتحدب في الأجزاء السفلى لدرجة أن زوايا الانحدار عند نقط التغير تتناقص، وهي خاصية لها مغزىً جيومورفولوجيا، إذ تُحدِّد المستوى الذي يتغير عنده معدل تناقص الكتلة باتجاه مصعد المنحنى.

(جـ) ترشدنا هذه الخصائص إلى الإقرار:

(١) بأن معدلات النحت على طول المنحنيات ذات الشكل المقعر تكون سريعة ومتزايدة، ويتفق هذا مع ما أشارت إليه **(آمال شاور، ١٩٨١، ص٨)**، وتتمثل بشكل خاص في أحواض مسل الريان والسيلية.

(٢) بأن معدلات النحت تتضاءل على طول المنحنيات ذات الشكل المحدب، وخاصة في الأجزاء الدنيا منها، ويمثلها حوض مسيل النعمان.

(٣) بأن المستوى الذي يتغير عنده معدل تناقص الكتلة يتفاوت من حوض إلى آخر، فالحد الفاصل لمستوى التغير في حوض مسيل السويحلية يتمثل في كنتور (٢٤-٢٨) م، وفي حوض مسيل النعمان خط كنتور (٣٢) م، وفي حوض مسيل إرفيج خط كنتور (٢٢) م، وفي حوض مسيل الريان خط كنتور (٢٤) م، وفي حوض مسيل السيلية خط كنتور (٣٤) م، وأن التكامل الهبسومتري الذي يعلو هذه المستويات يتراوح ما بين (٧٪، ٣٪، ٦,٢٥٪، ١٢,٩٪، ٥,٤١٪) على التوالي.

(د) من الممكن أن نستنتج المرحلة التي تمر بها أحواض المسل المختارة، وموقعها من دورة التعرية النهرية، وذلك من استعراض قيم التكامل ومقارنتها مع ما

حـدده سـتـريلر (Strahler, 1952, p. 1129-1130)، فـالقيـمـة (٨٠٪) تمثل مرحلة الشـباب، أي أن حـوض التصريف مـا برح يحتـفظ بنحو (٤/٥ أي أربعة أخماس الكتلة)، وأن عمليات النحت استطاعت أن تزيل (خمس) كتلة الحوض، والقـيمة (٥٠٪) تمثل مـرحلة النضج، بمعنى أن حوض التـصريف وصل إلى مـرحلة التعـادل المبكر، في حين تبلغ قـيمـة التكامل في مـرحلة الشيـخوخـة (١٧,٦٪)، وعلى هذا الأساس نحاول تصنـيف أحواض المسل المختارة إلى ثلاث مجموعات:

المجموعة الأولى:

تزيد نسبة التكامل الهـبسومتري النسبي فيـها على (٥٥٪)، ويشير **(الشكل رقم ٣-١٤ب، جـ)** إلى الخصائص التالية:

١- ينفرد بها حوض مسيل النعمان، وتبلغ نسبة تكامله الهبسومتري (٥٦,٨٪).

٢- ينتمي حوض هذه المجموعة إلى مرحلة الشـباب المتأخر، وعلى أعتاب مرحلة النضج، حيث لم يشـر توزيع الكتلة المتبقيـة بعد إلى الحرف (S)، ويبدو هذا واضحا من الجزء العلوي الذي ما زال ينطبق في معظمه على قُطْر المربع.

٣- يشيـر شكل المنحنى الهبـسومتـري النسبي إلى بطء في معـدلات النحت عند المناسيـب المرتفعة، وهذا مـا تؤكده اسـتقـامة خط المنحنى وانطبـاقه - كـما أوضحنا - على قُطْر المربع فـيما بين الخط الكفـافي الممثل لمنطقة تقسـيم المياه وخط ارتفـاع (٣٠) م، وباتجاه مخـرج المسيل يأخـذ المنحنى بالتـحدب الذي يتضح في أجزائه الدنيا، مما يوحي بتناقص مـعدلات النحت أو ربما انعدامها، ويعني هذا أن المسـاحة تبدو شـبه ثابتـة كلما اتجهنـا من خط ارتفاع (٣٠) م صعودا نحو مناطق تقسيم المياه، وتتزايد هبوطا نحو المصب.

المجموعة الثانية:

وتتراوح نسبـة تكاملها الهبسومـتري النسبي بين (٤٠٪ - ٥٥٪)، وتضم ثلاثة أحواض هي: أحواض مسل السـويحلية والريان والسيلية **(الشكل ٣-١٤/أ، د، هـ)** وتبلغ قـيم تكاملها الهـبسـومتري النسـبي (٤٧,٢٨٪، ٥١,٧١٪، ٤٨,٧٩٪) على التوالي، ومن خصائص أحواض المسل في هذه المجموعة ما يأتي:



١- ما تزال أحـواض مسل هذه المجمـوعة تتمـيز بمرحلة النضوج الـتي لم تكتمل بعـد، حيث يلاحظ اقـتراب توزيع الكتـلة المتبـقيـة بالنسبـة للارتفـاع من الحـرف (S)، وتبدو هذه الخصائص واضحة في الجزء العلوي المقعر والسفلي المحدب مع بعض التجاوزات البسيطة، يسـتثنى من هذا التوزيع حوض مسيل السويحليـة الذي يتقعر في الأجـزاء العليا والدنيا على حد سـواء، وثابتا في الأجزاء الوسطى وخاصة فيما بين ارتفاع (٢٤-٢٨) م.

٢- تشير أشكال المنحنيـات الهبسومترية النسبـية، ونسب تكاملها إلى تزايد واضح في معـدلات النحت عند المناسيب المرتفعـة، وينطبق هذا على حوضي الريان والسيلية، بينما تقتصر الزيادة في معدلات النحت عند المناسيب المنخفضة على حوض مسيل السويحلية.

٣- يبدو أن معدلات النحت في الأجزاء العليا لحوض مسيل السيلية تفوق مثيلاتها في حوض مسيل الريان.

المجموعة الثالثة:

وتقل نسبة تكاملها الهبسومتري النسبي عن (٤٠٪)، ويستقل بها حوض مسيل إرفيج، وتبلغ قيمة تكامله الهبسومتري (٣١,٥٧٪)، ويتميز بالخصائص التالية:

١- إذ يتـبين من (الشكل رقم ٣-١٤أ/ ب) أن هذا الحـوض وصل إلى مـرحلة متأخرة من النضوج وأنه على أعتاب مرحلة الشيخوخة المبكرة.

٢- يتمـيز المنحنى الهبـسومتري لهـذا الحوض بالتقـعر الكامل، وأن خط المنحنى يقتـرب من نقطة الأساس، ويعني هذا أن سطح حـوض مسيل إرفـيج تكتنفه بعض التـلال والكتل الجـيليـة التي قاومت عـمليـات النحت، تميـزها بعض الحافـات الصخـرية التي يعـزى وجودها إلى صـفة التـفاوت في الخصـائص الليثولوجية والبنيـوية، ولايخلو الحوض من بعض الكتل المنعزلة وخاصة على ارتفاع (٢٢) م، (٢٤) م.

٣- يلاحظ أن جزء المنحنى الذي يعلو خط كنتور (٢٢) م يشتد انحداره، وربما يعزى ذلك إلى ضيق المساحة التي تبلغ في حدود (٤٪) فقط، ويعني هذا أن معدلات النحت التي تتزايد في الأجزاء العليا بشكل واضح، تقل باتجاه مهبط المسيل.

٤- انحدارات أسطح أحواض المسل المائية:

تشمل دراسة هذا الجانب ما يلي:

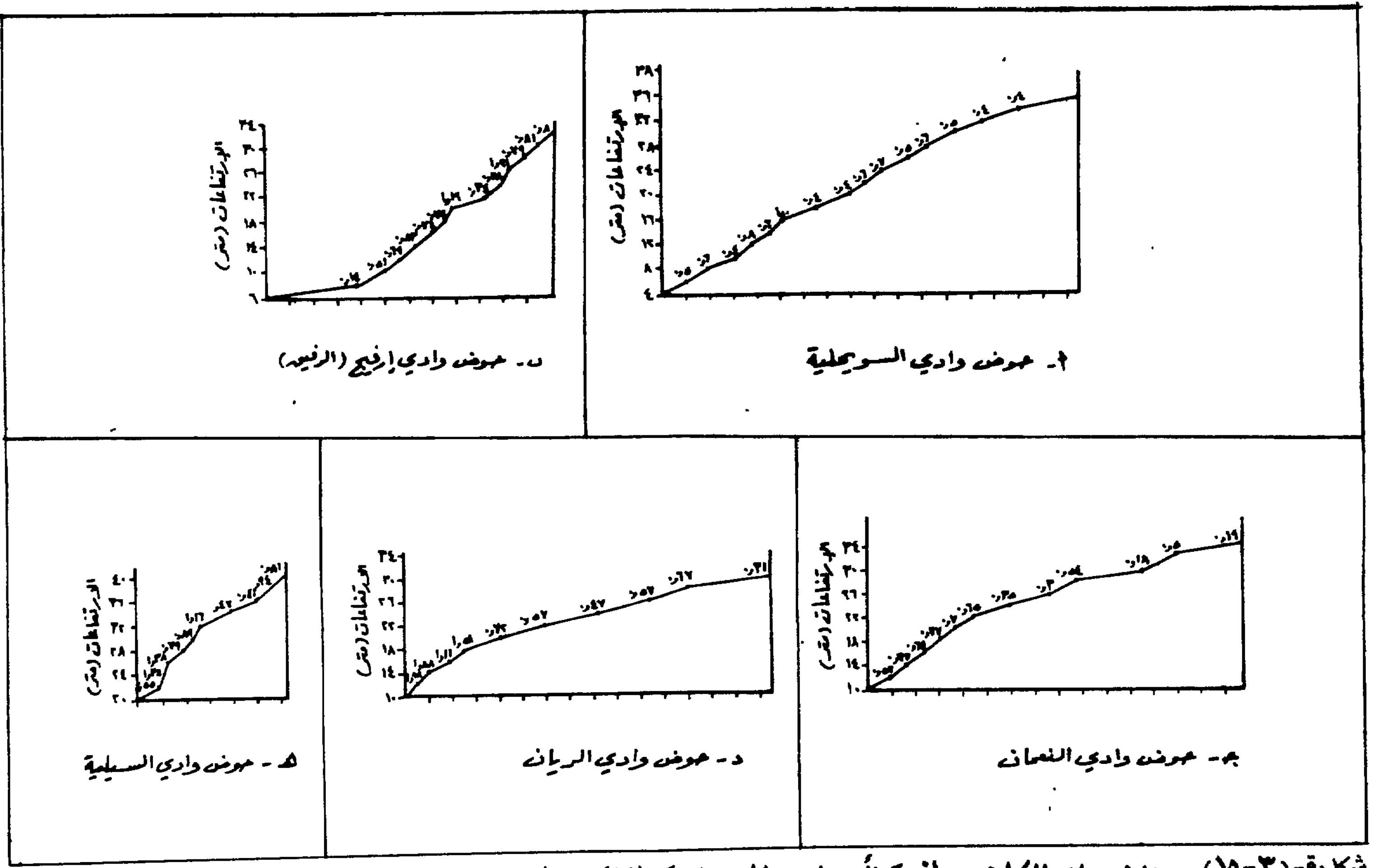
(أ) المنحنيات الكلينوجرافية (منحنيات متوسط الانحدار).

من قراءة (**الأشكال أرقام ٣-١٥ أ-هـ**) نستخلص الخصائص التالية:

١- يلاحظ أن منابع الفجاج والشعاب في حوضي ارفيج والسيلية تقترب قممها من الشكل المخروطي، الأمر الذي أدى قياسا إلى شدة انحدارها، بينما تتصف منابع فجاج وشعاب السويحلية والنعمان والريان باتساع قممها وتسطحها، مما أدى إلى طول المسافة الأفقية بين حدي النطاق، وبالتالي تناقص معدلات الانحدار، إذ ترتبط انحدارات الأرض الشديدة والحادة بانحدارات الأودية الشديدة والنسيج الدقيق (Langbein, 1947, p. 125) ويعني ذلك أن مجاري الفجاج التي تقع ضمن نطاق المنابع شديدة الانحدار، تتميز بنشاط واضح في عمليات النحت وتقطيع الصخور، بينما تقل فاعليتها في نطاقات منابع أحواض مسل السويحلية والنعمان والريان.

٢- هناك نقط تغير في معدلات الانحدار (Break - in - slope)، بيد أنها تتفاوت في ارتفاعاتها من حوض إلى آخر، ومع ذلك تعتبر حدودا فاصلة بين الأسطح المستوية التي تمثلها المنخفضات أو نطاق ما يسمى بالبيدمنت، وبين النطاق الهضبي الذي يبدأ في الارتفاع بشكل مفاجئ.

٣- تتميز معدلات الانحدار في أحواض المسل المختارة بأنها خفيفة، لا تصل في أشدها انحدارا إلى (٢) درجة، ويلاحظ أن الفروق في الانحدار تضيق على طول النطاقات الكنتورية، بحيث لا تزيد على (٠,٧) درجة، وقد تصل إلى (٠,١) درجة وخاصة هبوطا نحو المصاب، ويرتبط هذا - من ناحية - بعملية استخراج متوسط عرض النطاق على أساس نصف طول خط الكنتور كبديل لمتوسط مجموع طول الخطين في النطاقات الكنتورية الأخرى، ويتأثر - من ناحية ثانية - بعمليات الإرساب التي تمارسها مجاري المسل ضمن هذا النطاق، والتي تعمل بدورها على استواء السطح (يرتبط بالمنخفضات).



شكل رقم (٣-١٥) المنحنيات الكلينوجرافية لأحواض المسيلات المائية المختارة

وإذا حاولنا قراءة المنحنيات الكلينوجرافية للعينة التي تم اختيارها من أحواض المسل وهي خمسة أحواض، إذ لم يكن من السهل عمل منحنيات انحدار بالقيم الفعلية إلا للمنحدرات الشديدة (**طه جاد، ١٩٧٨، ص١٢٦**)، وهذا ما حدث فعلا لمنحنيات انحدار أحواض المسل المختارة، حيث تم ضرب الدرجات الفعلية لجميع الأحواض في الرقم (٥٠)، باستثناء حوض مسيل الريان الذي ضوعفت درجات انحداره (٢٥) مرة، فإننا نخلص إلى التالي:

(أ) يشير المنحنى الكلينوجرافي الخاص بحوض مسيل السويحلية (أ) إلى تغيرات طفيفة على طول امتداده، ويلاحظ أن هذا التغير ليس واحدا، وإنما تميزه أجزاء يتقعر فيها المنحنى في ثلاثة مواقع متتالية، تتمثل فيما بين المناسيب (٢٠-١٦) م، (١٦-١٢) م، (١٢-٨) م، وأجزاء يتحدب فيها المنحنى بشكل واضح وخاصة بين المناسيب (١٨-١٤) م، (١٠-٦) م، وتعني هذه الخصائص أن تناقص المسافة الأفقية بين نقطتي المنسوب، وتقارب خطوط الكنتور، يوحي بتزايد عمليات النحت، وبالتالي تزايد معدلات الانحدار، الأمر الذي أدى إلى تقعر المنحنى بعد أن تعرض السطح طويلا لعمليات النحت، فأزيلت التكوينات الهشة، وظهر المنحنى بهذا الشكل، أما تدني درجات الانحدار على طول القطاعات الممثلة لها من المنحنى الكلينوجرافي، فتؤكد على سيادة عمليات الإرساب، لذا تمثل هذه القطاعات مناطق استقبال للرواسب.

(ب) يبدو أن المنحنى الكلينوجرافي لحوض مسيل ارفيج يختلف عن منحنيات أحواض المسل الأخرى؛ لأنه وصل إلى مرحلة جيومورفولوجية أكثر تقدما وتطورا من بقية أحواض المسل المختارة، إذ ينقسم المنحنى إلى قسمين يفصلهما خط كنتور (٢٠) م، ينتهي القسم العلوي بانحدارات تقل بأكثر من النصف عن انحدارات القمة، حيث تبلغ (٣٤, ٠°)، ويعتبر نطاق استقبال للرواسب، في حين يبدأ القسم السفلي بانحدارات تبلغ (١٩, ١°)، ثم تتناقص هبوطا نحو المخرج لتصل إلى (١٤, ٠°)، فيظهر المنحنى تقريبا على شكل مقعر يزداد وضوحا عند الحضيض الذي يبدو على شكل بيدمنت.



(جـ) يلاحظ أن شكل المنحنيين الكلينوجرافيين (جـ د)، لحوضي النعمان والريان يتشابهـان، فالتحدب وضيق المسـافات الأفقية وشـدة الانحدار مع تزايد قيم درجاته ينفرد به الجـزء السفلي لكليهمـا، والاستواء وطول المسافات الأفـقية وخفة الانحدار وتناقص درجاته يتـميز به كل من الجزءين الأوسط والعلوي، بيد أن هناك تـباينا بين المنحنيين، يتـمثل التبـاين الأول في أن القيم الفـعلية لدرجـات انحدار حـوض مسـيل الريان تفوق مـثيـلاتها في حـوض مسـيل النعمـان، ولهذا تم ضـرب قيم الأول في الرقم (٢٥) حتـى لا تزيد الدرجة على القيمة (٩٠)، ويظهر التباين الثاني في أن نقط التغير في الانحدار على طول المنحنى الكلينوجرافي لحـوض مسيل الريان تبدو باهتـة، في حين تظهر واضحة عند خطوط كنتور (٣٢، ٢٨، ٢٢) م وتمثلها القيم (٥, ٠، ٥٤, ٠، ٦٥, ٠) درجة على التوالي في حوض مسيل النعمان.

(د) يتضح من الشكل رقم (٣-١٥هـ) الخاص بحوض مـسيل السيليـة أن متوسط عـرض النطاق يضيق فـيـما بين خطوط كنتـور (٢٢-٣٢)م، (٣٨-٤٠)م، مما ترتب عليه شدة الانحدار في هذه الأجزاء، فتبدو تبعا لذلك محدبة، بمعنى أنها تتعرض لفعل عمليات النحت، وتبلغ درجات انحدارها بين (٧٩, ٠°-٣٨, ١°)، (٨١, ٠°-٩٤, ٠°)، فكان لهـذه الخصائص أكـبر الأثر على تزايـد نسبة النـسيج وكثافة التصريف في حين يتسع عرض النطاق في موقعين، الأول عند المخرج، ويتميز هذا الجزء بالتقعر ودرجة انحدار تبلغ (٥٥, ٠°)، والثاني فيما بين خطي كنتور (٣٢-٣٦)م، ودرجتي انحدار (٤١, ٠°-٤٧, ٠°).

خصائص شبكات المسل المائية:

تهدف هذه الدراسة إلى تحـديد شبكات أحواض المسل المختـارة، وتوزيعها، والتعـرف على خصائصهـا المورفومترية والمـورفولوجية، وتحـقيقا لذلك اشـتملت الدراسة على الموضوعات التالية:

أولا: تحليل الرتب وأعداد الفجاج والشعاب المائية لأحواض المسل المختارة.

ثانيا: نسب التشعب ومعدلاتها المرجحة.

ثالثا: أطوال الفجاج والشعاب المائية في أحواض المسل المختارة.

رابعا: كثافات التصريف ونسب النسيج وتكرار المجرى.

أولا: تحليل الرتب وأعداد الفجاج والشعاب المائية:

استخدمت طريقة ستريلر (Strahler, 1957, p. 914) في تحديد الرتب وتصنيفها، والجدول التالي يوضح نتائج هذا التصنيف:

جدول رقم (٣-١٥)

عدد الرتبة والفجاج والشعاب في شبكات أحواض المسل المختارة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
عدد الرتبة	٣	٢	٣	٢	٢
إجمالى أعداد الفجاج	١٠	٤	٨	٣	٣

يشير الجدول السابق والخرائط أرقام (٣-١٢ أ-هـ) إلى الخصائص التالية:

١- تضم أحواض المسل المختارة شبكات من الفجاج والشعاب المائية تتفاوت في رتبها ما بين الثانية والثالثة، إذ نلاحظ أن (٤٠٪) من شبكات المسل حققت الرتبة الثالثة، وهي السويحلية وإرفيج، بينما تمثل النسبة الباقية شبكات المسل التي تميزها الرتبة الثانية.

٢- يبدو أن أحواض المسل التي تنتهي مصباتها إلى سبخات تتصل بالبحر حققت رتبا أعلى (السويحلية وإرفيج) من تلك التي تنتهي إلى أحواض مغلقة (منخفضات)، وهذا يعني أن درجة تطور شبكات المسل في الأولى يفوق مثيلاتها في الثانية.

٣- من بند (٢) يتضح أن شبكات المسل تهدف إلى تحقيق مستوى قاعدة أساسها الخليج العربي، ومستوى قاعدة محلي تمثله الأحواض المغلقة، فمن هنا باتت لكل خصائصها ودورها في تطوير وتكوين مجاريها، ورغم ذلك لا نلاحظ أي من الدلتاوات عند المخارج في كلتا الحالتين، وإنما تنصرف المياه على هيئة غطاءات فيضية.

ولكي تتضح صور شبكات الفجاج والشعاب المائية نحاول دراسة أعدادها موزعة حسب الرتبة وهو ما يوضحه الجدول التالي:

جدول رقم (٣-١٦)

أعداد الفجاج والشعاب المائية موزعة حسب الرتبة

الأحواض/ الرتبة	١	٢	٣	المجمـــوع
السويحلية	٧	٢	١	١٠
النعمان	٣	١	-	٤
إرفيج (الرفيق)	٥	٢	١	٨
الريان	٢	١	-	٣
السيلية	٢	١	-	٣

من الجدول السابق رقم (٣-١٦) نستخلص الخصائص التالية:

(أ) يلاحظ أن حوض مسيل إرفيج يخصه عـددا من الفجاج والشعاب المائية تبلغ ضعف ما يضمه حوض مسيل النعمان، رغم أن هذا الأخير يفوقه مساحة.

(ب) يبدو أن أعداد الفجاج والشعاب المائية في أحواض المسل المختارة لا تتناسب مع المساحة، اللهم إلا في حوض مسيل إرفيج، وذلك نظرا لوجود مساحات تخلو من خطوط التصريف، وربما يعزي ذلك للخصائص الليثولوجية والبنيوية.

(جـ) يتبين أن أعداد الفجاج والشعـاب المائية تتناقص مع تزايد عدد الرتبة، ويتفق هذا مع قانون أعـداد المجاري لهورتن (Horton, 1945, p. 291)، يتدرج هذا التناقص وفق متـوالية هندسيـة، ويزداد تبعا لنسـبة تشعب ثابتـة، وهي كمـا يبدو علاقة عكسـية تتفاوت في قوة ارتباطها من شـبكـة إلى أخرى، فهـي في الأحـواض ذات الرتـبـة الثـالثـة (السـويحلية وأرفـيـج) تـراوح بين (-٩٨٦, ٠ ، ٩٩٧, ٠)، أي أن بعض النـقط تنحـرف عن خـط الانحـدار، بينما تـكون تامة، أي أنها تبلغ (-١) فـي أحواض الرتبة الثـانية (النعـمان، الريان، والسيلية)، وأن جـميع النقط المتمثلة لأعداد الفجـاج والشعاب المائية لكل رتبة تتصل جميعها على طول خط الانحدار.

(د) رغم أن المساحة ترتبط في علاقة موجبة مع أعداد المجاري، بمعنى أن المساحة تتزايد مع تزايد أعداد المجـاري المائية، وترتبط في علاقة سالبـة (عكسية) مع

عدد الرتبة، أي أن المساحة تتناقص مع تزايد عـدد الرتبة، وهي خصائص قد تنطبق على كـثير من الحـالات، ولكنها تبـدي غيـر ذلك في حوض مـسيل النعـمان، إذ تزيد مسـاحتـه على مسـاحة حـوض مسيل إرفـيج، ومع ذلك لاتحتوي شبكة مجاريه إلا على (٤) فجاج وشعاب مائية موزعة على رتبتين، بينما يشتمل حـوض مسيل إرفيج على (٨) فجاج وشعاب مـائية موزعة على ثلاث رتب، ولهذه الخـصائص صلة بالأنماط الصخـرية والبنية الجيولوجـية، حيث لم تسمح بحكم تعـدد الشقوق والمفاصل والنفاذية التي صاحبـتها بنمو وتطور شبكة تصريف كـثيفة من المسل المائية، بل سـاعدت هذه الأنظمة على امتـداد الفجاج والشـعاب وزيادة أطوال أجـزائها، واتساع المسـافات الأفقـية بينها، الأمر الذي أدى إلى خلو مساحات كبيرة من خطوط التصريف.

(هـ) يتركز بين (٦٢,٥-٧٥٪) من أعداد الفجاج والشعاب المائية في الرتبة الأولى لكل من أحواض المسل المخـتارة ضمن مـساحة تـتراوح بين (٤٣-٨٠٪)، وهي تؤثر على تماثل النقاط مع خط الانحـدار، وتعمل على انحرافـها بدرجات مخـتلفة، وتقلل من قوة العلاقة بين كل من أعداد المسل المائية والمساحة التي تحتلها.

ثانيا: معدلات نسب التشعب:

وهي كمـا أوضحـها هورتن (Horton, 1945, p. 280) نسبـة معـدل عدد مجاري رتبـة ما إلى نسبة معـدل عدد مجاري رتبة تاليـة، والجدول التالي يوضح نسب التشعب ومعدلاتها المرجحة (Weighted Means).

جدول رقم (٣-١٧)

توزيع نسب التشعب ومعدلاتها المرجحة على أحواض المسل المختارة

الحوض/ الرتبة	٢/١	٣/٢	المعدل المرجع
السويحلية	٣,٥	٢	٣,١٣
النعمان	٣,	-	٣,٠
إرفيج (الرفيق)	٢,٥	٢	٢,٣٥
الريان	٢,٠	-	٢,٠٠
السيلية	٢,٠	-	٢,٠٠

تستنتج من الجدول السابق رقم (٣-١٧) الخصائص التالية:

(أ) يلاحظ أن معدلات نسب التشعب المرجحة تتراوح ما بين (٢-١٣ , ٣)، وهي قيم متقاربة مما يدل على تشابه في الظروف المناخية، وتجانس في التكوينات الجيولوجية إلى حد كبير، وأن نسبة التشعب خاصية عديمة الأبعاد، لذا تميل أنظمة التصريف نحو التماثل الهندسي في المناطق المتجانسة (Fairbridge, 1968, p. 900).

(ب) ترتفع معدلات نسب التشعب في بعض شبكات المسل المائية لقلة عدد الرتبة أو أن الشبكة تشتمل على أعداد كبيرة من الروافد وخاصة تلك التي تقترب من مناطق تقسيم المياه، فتزداد على إثر ذلك كثافات التصريف، وعمليات النحت (Morisawa, 1962, p. 1042)، مما ينعكس على تضاريس الحوض.

(جـ) يلاحظ أن نسب التشعب بين الرتبتين الأولى والثانية في أحواض المسل المختارة تنسجم في علاقة موجبة مع مساحة الحوض فتبلغ (+٩٤٧ , ٠)، وينعكس هذا أيضا على معدلات التشعب المرجحة ولكنها بدرجة أقل قوة، حيث تبلغ في حدود (+٨٦٩ , ٠).

ثالثا: أطوال الفجاج والشعاب المائية في شبكات المسل المختارة:

تم قياس أطوال الفجاج والشعاب المائية بالمقسم (فتحة المقسم = ٢ ملم) من واقع الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم (١ : ٥٠٠٠٠)، والجدول التالي رقم (٣-١٨) يوضح نتائج قياس أطوال الفجاج والشعاب المائية:

جدول رقم (٣-١٨)

مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية موزعة حسب الرتبة (كم)

الحوض/ الرتبة	١	٢	٣	المجموع الكلى
السويحلية	٨,٧٥	٤,٢٥	٣,٥٥	١٦,٥٥
النعمان	٣,٦٠	٥,٦٠	-	٩,٢
إفريج (الرفيق)	١٠,٠٠	١,٨٠	١,٦٠	١٣,٤٠
الريان	٦,١٠	٠,٢٠	-	٦,٣٠
السيلية	٤,٢	١,٤	-	٥,٦٠

ومن الجدول السابق (رقم ٣-١٨) نقف على الخصائص التالية:

(أ) يبلغ مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية لأحواض المسل المختارة (٥١,٠٥) كم، ويمكن تصنيفها إلى فئات ثلاث، **الفئة الأولى**: (٣-٧)، وتضم أصغر حوضين، وتبلغ فيهما أطوال الفجاج والشعاب المائية (١١,٩٠)كم، **الفئة الثانية**: (٨-١٢)، وينفرد بها حوض مسيل النعمان بأطوال يبلغ مجموعها (٩,٢٠) كم، **أما الفئة الثالثة**: فهي بين (١٣-١٧)، وتمثلها أكبر الأحواض مساحة، ويبلغ إجمالى أطوال الفجاج والشعاب فيها (٢٩,٩٥)، أي بنسبة (٥٨,٦٧٪).

(ب) يبدو أن أطوال المجاري تتركز في الرتبة الأولى بنسبة (٥٣-٩٧٪)، ويرجع ذلك إلى تزايد أعداد الفجاج المائية في الرتبة الأولى، حيث بلغ نصيبها من هذه الأعداد بين (٦٢,٥-٧٥٪)، يستثنى من ذلك حوض مسيل النعمان الذي تتركز أطوال المجاري في الرتبة الثانية بنسبة (٦١٪) تقريبا، ويعزى ذلك إلى اقتصار وجود فجاج الرتبة الأولى في المنطقة الشرقية (الأكثر ارتفاعا)، وعدم تطور أو نشوء شعاب مائية في الوسط والجزء الشرقي من الحوض، وانفراد الرتبة الثانية بهما، احتمالا بسبب خصائص التكوينات الصخرية والبنية الجيولوجية التي ربما تحتوي من الشقوق والمفاصل ما حال دون ذلك.

(جـ) يتناقص مجموع أطوال المسل المائية مع تزايد عدد الرتبة، يشذ عن هذه القاعدة مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية في حوض مسيل النعمان، ولهذا اقترح استريلر (Strahler, 1957, p. 615) لتفادي هذا الشذوذ استخدام المجموع التراكمي للأطوال في حالة بناء علاقة مع الرتبة كي تتضح وتتحدد معالمها.

(د) يتضح أن الرتبة الأولى في شبكة حوض مسيل الريان تسهم بأكبر نسبة من مجموع الأطوال الخاصة بالشبكة، حيث تبلغ (٩٧٪)، بعكس الحال في شبكة حوض مسيل السويحلية التي تتوزع فيها أطوال الفجاج والشعاب المائية على الرتب الثلاث بنسبة (٢:١:١).

رابعا: قرائن الخصائص الطبوغرافية لأحواض المسل المائية:

٤/أ كثافة التصريف:

تعتبر كثافة التصريف إحدى الخصائص الطبوغرافية الهامة، ومؤشرا خطيا لعناصر سطح الأرض، وما دامت تعكس أثر العوامل الطبوغرافية والليثولوجية والبيدُلوجية والنباتية وتجسدها (Gregory and Walling, 1973, p. 459) فإنها عامل محدد للزمن الذي تنتقل أثناءه المياه عبر المسل، وهي التي تكشف عن خصائص السطح وما يطرأ عليها من تغيرات إثر عمليات النحت والتقطع، ومدى استجابة التكوينات الصخرية ونفاذيتها ومقاومتها لهذه الظروف التي تعتبر على حد تعبير كوتون (Cotton, 1964, p. 348) مسؤولة عن دقة النسيج الطبوغرافي.

والجدول التالي يوضح كثافات التصريف:

جدول رقم (٣-١٩)

كثافات التصريف في أحواض المسل المختارة (كم/ كم٢)

شبكة المسل المائية	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
كثافات التصريف	١,٢٣	١,٢٨	١,٩١	١,٥٨	٢,٢٤

يتبين من الجدول السابق رقم (٣-١٩) خصائص الكثافة التالية:

(أ) تبلغ كثافة التصريف العامة في شبكات المسل المختارة (١,٦٥) كم/ كم٢، هذا المعدل العام تفوقه كثافات التصريف في كل من شبكتي إرفيج (١,٩١)كم/ كم٢، والسيلية (٢,٢٤) كم/ كم٢، بينما تقل عنه كثافات (٦٠٪) من شبكات المسل، حيث تبلغ الفروقات في الحالتين (٠,٢٦، ٠,٥٩)، (٠,٤٢، ٠,٣٧، ٠,٠٧) كم/ كم٢ على التوالي.

(ب) يبدو أن كثافات التصريف لها علاقة بطاقة التسرب، بمعنى أن التسرب الذي تضبطه نفاذية الصخر يؤثر على كثافة التصريف، فإذا كانت نفاذية الصخر عالية، فإن المسافة بين خطوط الجريان تكون كبيرة، لدرجة أن رقعة

مساحية لا تتعرض لعمليات النحت على جانبي منطقة تقسيم المياه تكون كثافة تصريفها منخفضة، وهذا ما أكدت عليه دراسة كارلستون (Carlston, 1963, p. 5) لمقبولية الانتقال عبر التكوينات الصخرية Transmissibility، حيث أشار إلى أنه كلما تزايدت هذه الخاصية، فإن كثافة التصريف تتناقص، والعكس صحيح، أي أن كثافة التصريف تتناسب عكسيا مع مقبولية الانتقال، هذه العلاقة أوضحها هورتن (Horton, 1945, p. 320)، إذ كلما ازدادت طاقة التسرب، قلت كمية الجريان السطحي، وبالتالي انخفضت كثافة التصريف، وينطبق هذا على شبكات المسل ذات الكثافات المنخفضة (السويحلية والنعمان).

(جـ) يلاحظ أن مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية وخاصة في الرتبة الأولى، ليس لها تأثير على كثافات التصريف العامة للحوض ارتفاعا أو انخفاضا، مع أن نسب أطوال الفجاج في الرتبة الأولى تتراوح ما بين (٥٣-٩٧٪) من إجمالى الأطوال، والجدول التالي يوضح ذلك.

جدول رقم (٣-٢٠)

التوزيع التكراري لفئات الكثافة في أحواض المسل المختارة (كم/ كم٢)

فئات الكثافة	التكرار	٪	شبكات الأودية
١,١٠ - أقل من ١,٥٠	٢	٤٠	السويحلية والنعمان
١,٥٠ - أقل من ١,٩٠	١	٢٠	الريان
١,٩٠ - أقل من ٢,٣٠	٢	٤٠	إرفيج والسيلية

حيث يتضح أن أحواض مسل السويحلية والنعمان تقع ضمن الفئة الأولى التي تتراوح قيم كثافاتها ما بين (١,١ - أقل من ١,٥٠ كم/ كم٢)، وتشكل (٤٠٪) من تكرارات أحواض المسل، من هنا نرى أن ارتفاع قيم المساحة، أدى إلى انخفاض كثافات التصريف، ويقودنا هذا إلى التأكيد على أن تزايد المساحة يؤدي إلى تزايد أطوال المجاري المائية، وبالتالي تناقص انحدارات السطح وتماثله إلى الاستواء، ومن ثم انخفاض كثافات التصريف، وينسجم

هذا مع ما عبر عنه ستريلر في أكثر من مقال (Strahler, 1957, p. 916)، (Strahler, 1950, p. 686)، حيث أشار إلى أن حجم وحدة التصريف تتزايد مع تناقص كثافة التصريف والعكس صحيح، بمعنى أن العلاقة بين مساحة الحوض وكثافة تصريف شبكة المسل فيه عكسية.

(د) فئة تتراوح كثافة التصريف فيها ما بين (١,٩٠ - أقل من ٢,٣٠ كم/كم٢)، وتضم (٤٠٪) من عدد أحواض المسل، ويمثلها حوضا إرفيج والسيلية، ويبدو أن العلاقة بين شكل الحوض وكثافة التصريف - مهما كان اتجاهها - منعدمة، وهذا ما يؤكد على أن شكل الحوض ليس له تأثير على كثافة التصريف، كما أن أحواض مسل هذه الفئة يتناقص فيها التكامل الهبسومتري النسبي، لدرجة أنه وصل إلى طور متأخر (حوض إرفيج) أو قطع شوطا من مرحلة النضج (حوض السيلية)، ومع هذا التناقص تتزايد انحدارات السطح وتضرس الحوض، ويتميز تقريبا بنسيج دقيق (Singh, 1976, p. 25)، وبالتالي تتزايد كثافة التصريف فيه.

(هـ) فئة وسطى تبلغ نسبة تكراراتها (٢٠٪)، وتتراوح قيم كثافات التصريف فيها ما بين (١,٥٠ - أقل من ١,٩٠ كم/كم٢)، وتقع ضمنها قيمة المتوسط العام للكثافات، وينفرد بها حوض مسيل الريان، ويعكس ارتفاع كثافة التصريف أن سطح الحوض يتميز ببعض الحافات الصخرية شديدة الانحدار، ساهمت مسله التي تتشكل في معظمها من الرتبة الأولى في تقطيع السطح وتضرس الحوض، مما أدى إلى تزايد كثافة التصريف، ويبدو أن هذه الخصائص تنطبق على أحواض الفئة الثانية.

٤/ب نسبة النسيج:

وتمثل النسبة بين أكبر عدد من انحناءات خطوط الكنتور وطول محيط الحوض (Smith, 1950, p. 657)؛ لأن كل ثنية (انحناءة) من خطوط الكنتور باتجاه المنابع، تمثل مجرى من المجاري المائية، ومن ثم تعكس المسافات الحقيقية بين خطوط التصريف، لذا تعتبر مقياسا هاما للمسافات التي تفصل بين المجاري المائية ومدى اقترابها أو ابتعادها (Leopold, et al., 1964, p. 143)، وهي بهذا المفهوم

تمثل إحدى البدائل الهامة للتغير في الانحدار أو للتقطع النسبي، والجدول التالي يوضح قيمها:

جدول رقم (٣-٢١)

نسبة النسيج في أحواض المسل المختارة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
نسبة النسيج	٤,٨٢	٣,٩٧	٦,٥٤	٥,٧٢	٦,٨٩

طرح سميث (Smith, 1950, p. 661) في تصنيفه للقوام الطبوغرافي فئات ثلاث، القوام الخشن أقل من ٤، والقوام المتوسط ما بين ٤-١٠، والقوام الناعم أكثر من ١٠، واعتمادا على هذه المعايير، وتطبيقها على نسب النسيج الخاصة بأحواض المسل المختارة، نخلص إلى الخصائص التالية:

(أ) يلاحظ أن هناك فئتين من القوام، الفئة الخشنة، والفئة المتوسطة.

(ب) ينفرد حوض مسيل النعمان الذي تبلغ نسبة نسيجه (٣,٩٧) بالقوام الخشن، تقابلها كثافة تصريف منخفضة تقريبا تبلغ (١,٢٨) كم/كم٢، ويعني ذلك أن المسل المائية المحتملة كما تتوقعها انحناءات خطوط الكنتور تشير إلى تناقص كثافة التصريف الذي يتماثل مع تناقص نسبة النسيج، فالقوام الخشن كما هو واضح (قرينته نسبة النسيج) يرتبط في علاقة طردية مع كثافة التصريف المنخفضة، والعلاقة المدونة في الجدول التالي توضح ذلك:

جدول رقم (٣-٢٢)

العلاقة بين نسبة النسيج وكثافة التصريف لأحواض المسل المختارج

المتغيرات	الانحراف المعياري	معامل الارتباط	معادلة حط الانحدار
نسبة النسيج/ الكثافة	٠,٣٨٣	+ ٠,٩٣٢	ك=-٢,٠+٠,٣٣١ نسج

ومنه يتبين أن العلاقة بين قيم المقارنة موجبة، وتعني أن أي تغير يطرأ على قوام الشبكة الطبوغرافي يقـــابله تغير في كثافة التصـريف تبلغ نسبته (٩٣٪)، وأن (٧٪) فقط يعزى لعوامل أخرى ربما تتمثل في خصـائص الصخر والبنية.

(جـ) تتميز بقـية أحواض المسل المختارة بقوام مـتوسط، وأن (٨٠٪) من شبكاتها تتراوح نسب النسيج فيها ما بين (٤,٨٢-٦,٨٩)، بينها أحواض كالسويحلية تنخفض فـيها كثافـة التصريف لتصل إلى (١,٢٣) كم/كم٢، وبـالمقابل فإن نسبة النسيج فـيه أقلها قيمة (٤,٨٢)، وهي إحدى مؤشـرات الصورة العامة التي يظهر عليـها سطح الحوض، بغض الـنظر عن الصورة التي تظهر عليـها المسل المائية من خـلال انخفاض كثافـة التصريف فيـه، ونعني بها أن السطح الذي تخترقـه هذه المسل ربما يمر بمرحلة النضج، ومع ذلك تشقه مـسل مائية تنطبق عليـها خصائص مـرحلة الشيـخوخة، حـيث يتميـز بقلة أعداد المسل نسبيا، وانخفاض كثافة التـصريف فيه، وخاصة روافد المسل الرئيسة (**محمد صفي الدين أبو العز، ١٩٧٦، ص٢٢٥**).

٤/ جـ تكرار التصريف:

ويمثل عدد المجاري في وحـدة مساحة (Horton, 1945, p. 285)، ولدراسة تكرارات المسل المائية حـاولنا تصنيفها إلى المعـايير الوصفيـة التالية: ردىء Poor، متوسط Moderate، ومرتفع High، وعلى هذا الأساس جدولناها كالتالي:

جدول رقم (٣-٢٣)

تصنيف تكرارات تصريف أحواض المسل المائية المختارة

الفئات	المعيار	التكرار	٪	المساحة	٪	الأحواض الممثلة لها
٠,٣٠ -٠,٥٩	رديء	١	٢	٧,٢	٢١,٠٥	النعمان
٠,٦٠ -٠,٨٩	متوسط	٢	٤	١٧,٥	٥١,١٧	السويحلية، الريان
٠,٩٠ -١,٣	مرتفع	٢	٤	٩,٥	٢٧,٧٨	إرفيح، السيلية
المجموع		٥	١٠	٣٤,٢	١٠٠,٠٠	

نستخلص من الجدول السابق رقم (٣-٢٣) الخصائص التالية:

(أ) يلاحظ أن أكثر من خُمْس نسبة مساحة الأحواض بقليل، تنفرد بها الفئة الأولى، بقيم تتراوح بين (٠,٣٠-٠,٥٩) فجًا/كم٢، ويميزها تصريف رديء؛ لأن أعداد المسل المائية فيها لا ترقى إلى قيمة المساحة، مما أدى إلى انخفاض تكراراتها.

(ب) يبدو أن أكبر الأحواض مساحة يقع ضمن الفئة المتوسطة، يشاطره في ذلك حوض مسيل الريان الذي تقل مساحته بحوالي ثلاثة أضعاف ونصف تقريبا، وتفسير ذلك أن كل كيلومتر من المساحة يضم عددا قليلا من المسل المائية لا يتناسب وكبر المساحة التي يخترقها، لذا تتميز المسل المائية باتساع المسافات التي تفصل بينها، فهي إذن طويلة قليلة الكثافة، تنطبع بقوام متوسط.

(جـ) تمثل الفئة الثالثة التي تحوم قيمها ما بين (٠,٩٠-١,٣) فجا/كم٢ هي وسابقتها أكبر التكرارات، ولكن هذه الفئة تقع ضمن مجموعة التصريف المرتفع نسبيا، حيث تبلغ نسبة تكراراتها (٤٠٪) من عدد أحواض المسل، وتشغل (٩,٥) كم٢ بنسبة (٢٧,٧٧٪) من إجمالي مساحة الأحواض المختارة، وتضم حوضي مسل إرفيج والسيلية، ولعل أحواض هذه الفئة تتزايد فيها أعداد المسل المائية بدرجة تفوق مساحة رقعتها، فارتفعت بالتالي قيم تكراراتها، وهي فضلا عن ذلك أكثر أحواض المسل كثافة للتصريف، وأشدها انحدارا.

(د) تبين أن المفاضلة بين شبكات المسل ذات المساحات الصغيرة والكبيرة لا تتم من واقع قيم كثافة التصريف وتكرار المجرى؛ لأنها تختلف باختلاف مساحة حوض التصريف، فحوض كبير المساحة كحوض مسيل السويحلية يضم روافد مصدرية Fingertips تبلغ (٢,١٩) فجا/كم٢، وبقيمة تبلغ (١,٢٣) فجا/كم٢ في حوض مسيل السيلية صغير المساحة، فإن هذه النتيجة ربما تخفيها درجة تزايد كثافة التصريف وتكرار المجرى فوق الانحدارات الشديدة الملازمة لأحواض المسل ذات المساحات الصغيرة (Horton, 1945, p. 285)، بغض النظر عن شكل الحوض.

(هـ) أشار ميلتون (Melton, 1958, p. 35-54) إلى وجود علاقة موجبة قوية بين تكرار المجرى وكثافة التصريف باعتبارهما معيارين لقوام شبكات التصريف،

بلغت (+٩٧, ٠)، كما أكدت دراسة سنغ (Singh, 1976, p. 28) على قوة هذه العلاقة، ولكن بقيمة تبلغ (+٧٦, ٠)، إلا أن معامل الارتباط الذي تم حسابه لهذه الدراسة حقق قيمة قريبة جدا من قيمة ميلتون بلغت (+٩٣, ٠)، فالعلاقة القوية تشير من جانب - رغم اختلاف التكوينات الصخرية والليثولوجية والبنية - إلى أن أحواض المسل تخضع لظروف مناخية ونباتية ودورة تحاتية متشابهة إلى حد كبير، وتوحي من جانب آخر إلى أن ارتفاع قيم كثافة التصريف يؤدي إلى ارتفاع قيم تكرار المجرى، ويقودنا هذا الاستخلاص إلى حقيقة مفادها: أن إضافة أي من أعداد فجاج الرتبة الأولى القصيرة لا يؤدي إلى تغيير يذكر في قيمة كثافة التصريف، بل تعمل على تزايد تكرار المجرى بمعامل يتناسب مع أعداد المسل، بغض النظر عن أطوالها .(Eyles, 1966, p. 6)

الخصائص الجيومورفولوجية لمجاري المسل المائية:

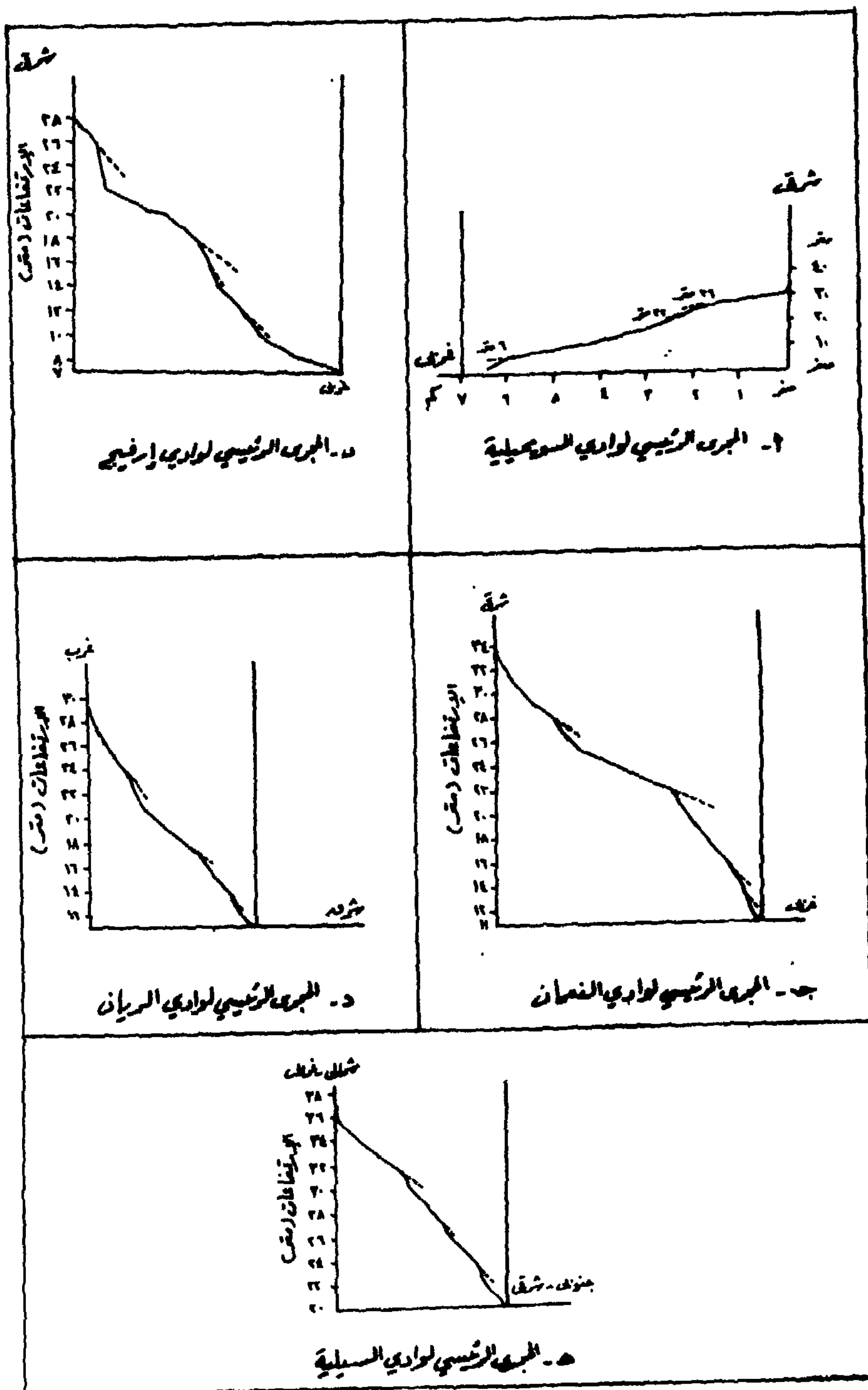
تقصد بالخصائص الجيومورفولوجية دراسة القطاعات الطويلة للمسل المائية، والقطاعات العرضية لأوديتها، مع الإشارة إلى الظاهرات المرتبطة بها، لذا يمكن القول بأن هذه الدراسة تبرز خصائص المرحلة التي تمر بها المسل وفجاجها من واقع أشكال القطاعات، ونقط تقطعها وعلاقتها بمستوى القاعدة وبالتكوينات الصخرية توزيعا ونظاما.

أولا: القطاعات الطولية لمجاري المسل الرئيسة:

الجدير بالملاحظة أن القياسات تمت من واقع الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠، باستخدام المقسم لقياس المسافات الأفقية بين كل خط كنتور وآخر على طول امتداد المجرى، وبفتحة تبلغ (٢) ملم، ثم تم حساب الأطوال على أساس مقياس رسم الخريطة، وتجميعها تراكميا، ومن ثم رسم القطاعات الطولية لمجاري المسل بفاصل رأسي يبلغ (١٠) م، وأفقي يمثل (١٠٠٠)م لكل سنتيمتر واحد.

ومن **الأشكال أرقام (٣-١٦ أ-هـ)**، نستوحي الخصائص التالية:

١- تتفاوت مناسيب المسل المائية وخاصة عند المنابع ما بين (٣٨) م في مجرى السيلية إلى (٣٤) م في مجريي السويحلية والنعمان، ولا تزيد على (٣٠) م



شكل رقم (٢-١٦)

القطاعات الطولية لمجاري الأودية الرئيسية المختارة

في مجرى إرفيج الذي يعتبر أقلها ارتفاعا، وهي بالمقارنة تفوق ارتفاعات المسل المائية في الشرق والشمال الشرقي، مما يؤكد على أن السطح يندرج في الانحدار من الغرب والجنوب الغربي نحو الاتجاهين السابقين.

٢- لايقتصر التفاوت بين القطاعات الطولية للمسل المائية على الفارق الرأسي، وإنما ينسحب كذلك على الفارق الأفقي (المسافة الأفقية) والممثل لأطوال أجزاء المسل المائية من المنابع إلى المصاب، ولهذه الخصائص علاقة بدرجة انحدار السطح التي تؤثر بدورها على سرعة الجريان، وقدرة المسل على النحت والحمل، فقد يكون الفارق الرأسي ثابتا أو متساويا كما هو الحال في معظم مسل الأحواض المختارة، والمسافة الأفقية مختلفة، وهذا يعني سرعة جريان المسل ذات المسافات القصيرة كمسل حوضي الريان وإرفيج؛ لأنها تكون أشد انحدارا من مسل حوضي السويحلية والنعمان ذات المسافات الطولية، وبالتالي أقدر على ممارسة عمليات النحت الرأسي، وتعميق مجاري المسل، ونقل الرواسب، وتشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية على طول قطاعاتها، وهي خصائص توحي بعدم الانتظام على طول المجرى، وبالتقطع والتضرس، وأن حجم التصريف فيها يفوق أحواض مسل المقارنة (ذات المساحات الكبيرة نسبيا).

٣- لاتخلو القطاعات الطولية لمجاري المسل المختارة من نقط تجديد النشاط، ولكنها أوضح ما تكون على طول محاور مسل السويحلية وأرفيج، حيث تتخذ نقط التجديد هذه شكل محدبات ظاهرة، تتراوح ارتفاعاتها بين (٦-٣٢) م، وهي مؤشرات للتغيرات التي حدثت في المنطقة منذ نهاية البليوسين وبداية البلايستوسين، حتى فترة التراجع الفلاندري في الهولوسين (أي قبل ٥٠٠٠ سنة).

٤- يتبين من معاينة القطاعات الطولية لمجاري المسل أنها لم تصل بعد إلى مرحلة التعادل بين عمليتي النحت Degradation والإرساب Aggradation، أي أنها لم تُسَوِّ Grade قطاعاتها الطولية وتزيل ما يعترضها من نقط التقطع التي تعمل على تزايد معدلات الانحدار، وليس معنى ذلك أن المسل المختارة من واقع قطاعاتها الطولية متماثلة، فقد اقترب بعضها من مرحلة التعادل في جزئه

الأوسط بدليل إزالة أو ظهور نقط التقطع بشكل باهت، ويتمثل في القطاعات الطولية لمجاري مسل السويحلية والنعمان والريان والسيلية، وبعضها الآخر في الجزء الأدنى من قطاعه، كما هو الحال في مجرى مسيل إرفيج (الرفيق).

٥- يبـدو أن القطاعات الطوليـة لمجـاري المسل تتفـاوت في تقعـرها (**التـغيـر في الانحـدار**) باتجـاه مخـارجـهـا، وخاصـة في الأجـزاء العليـا والوسطى من القطاعـات، ويظهـر هذا التـقعـر - على سـبيل المثـال - بشكل واضح في القطاعات الطـولية لمجاري مـسل السويحلية والسـيلية وإرفـيج، حيث يتغـير الانحدار بالسالب تارة، والموجب تارة أخرى حتى ارتفاعات (٣٠، ٢٠، ١٠)م على التوالي، ونقصد به تعـدد نقط التقطع على طول هذه الأجزاء من القطاع الطولي، والتي تعزى - وخاصة في القطاعات الطولية لمجاري مسل السويحلية وإرفيج - إلى تزايد عدد الروافد التي تتـصل بالمجرى الرئيسي، وبالتالي تزايد كميات تصريفـها وحمولتها، وهي خصائص تشـير من جانب إلى أن درجات الانحدار الشديدة ذات علاقة بمواد القاع الكـبيرة، وتفصح من جانب آخر عن أن القطاعات الطولية لمجـاري المسل تجنح نحو التقعر بدرجة أكـبر في حالة ما إذا تناقصت مواد القاع بدرجة أسرع (**محمد دياب، ١٩٨٩، ص٢٧٥**)، بينما يتقعر القطاعان الطوليان لكل من مجرى مـسيلي الريان والنعمان تقعرا بسيطا، ومعنى ذلك أن أحجام المواد تتزايد باتجاه مـهبطي المجريين، وهي خصائص قد ترتبط بصلابة التـكوينات الصخرية، وعـدم قدرة المجرى على تفـتيت Wear المواد، أو أنها ذات علاقة بالاختلافات الليثولوجية لروافدهما.

ثانيا: القطاعات العرضية للمسل المائية:

من دراسـة القطاعـات العـرضيـة للمـسل (**شكل رقم ٣-١٧**) تتـضح لنا الخصائص التالية:

١- يوصف مسيل السويحلية (**شكل رقم ٣-١٧أ**) بأنه غير متمـاثل على جانبيه، إذ يبدو المجرى في القطاع الأعلـى ضيقا، متوسط العـمق، يجنح في جريانه نحو الجـانب الأيسر، ثم يبـدأ في الاتساع كلمـا تقدمنا هبـوطا نحو مـخرج المسـيل، حيث يبلـغ أقصى اتسـاع له في القطاع الأدنى، ومع ذلك مـا برح

ب- حوض وادي إرفيجي (الرفيعه)

أ- حوض وادي السويحلية

د- حوض وادي الريان

جـ- حوض وادي النعمان

هـ- حوض وادي السيلية

شكل رقم (٣-١٧)

القطاعات العرضية للأودية الرئيسية المختارة

المجرى يلازم الجانب الأيمن، وما زال هذا الجزء من المجرى يحتفظ بحصى وحصباء المسل ذات الزوايا الحادة، وتفسير ذلك: أن المواد الحصوية لم يمض عليها وقت كاف كي يتم صقلها وتهذيبها لضيق المسافة التي يقطعها المجرى المائي، وقصر المدة التي تتعرض لها هذه المواد لفعل المياه الجارية، وندرة الأمطار التي قد لا تكفي للقيام بهذه العمليات.



٢- يظهر من القطاعات العرضية لمسيل النعمان (شكل رقم ٣-١٧جـ) بأنه متماثل الجـوانب وخاصـة في القطاعين الأعلى والأوسط، حـيث ترك على جـانبيـه مظهرا مصطبيا يرتفع ما بين (٣٢-٢٤) م على التوالي، ويبدو أن خط المجرى من واقع القطاع الأعلى يلازم الجـانب الأيمن الذي يتمـيز بالتـقعـر والانحدار الشديد، في حـين يتم الإرساب على الجانب الأيسـر (المحدب)، فـبدى أقل انحـدارا من الأول، ولعل التـمـاثل على جـانبي المجرى سـمـة تميـز القطاع الأوسط، أما القطاع العـرضي الأدنى لمسيل النعمان فـيبتعد عـن التماثل، إذ تحفه مصطبة على الجـانب الأيسر بعرض يبلغ (١,١٢) كم، تفصله عن الجزء الجنوبي لمنخفض النعمـان، بينما يتميز الجانب الأيمن بانحـدار شديد متواصل ينتهي بمصطبة على ارتفاع (١٨) م.

٣- يمثل مسيل إرفـيج وفق ما تشير إليه قطاعاته العـرضية (شكل رقم ٣-١٧ب) أنموذجا مغـايرا لما أوضحته قطاعات مـسيل النعمان، باسـتـثناء ما يبديه القطاع الأعلى لكليهـما من تشابه في المظـهر المصطبي الذي يحيط بالمجـرى، بيد أن التباين يتركز في المنسوب الذي يبلغ (٣٢) م في الأول، (٢٨) م في الثاني من ناحية، وفي انحـدار جوانب المسيل الذي يبدو بعكس ما ظهـر عليه الانحدار في مسيل النعـمان ولكن بنفس المواصفات والخصائص من ناحـية ثانية، وفي القطاع الأوسط لمسـيل إرفيج يضيق المجـرى، ويطل عليه من الجـانب الأيسر حائط شـديد الانحدار من ارتفـاع (٢٦) م يبدو قـائما عند القاع، فـيمـا تمتد مصطبـة بارتفاع (١٨) م على الجانب الأيمـن، ومن المحتمل أن يتـزامن المظهر المصطبي هذا مع الفترات التي تذبذب فـيها مستوى سطح البـحر أثناء الطغيان الجليدي، يختلف الوضع في القطاع الأدنى لمسيل إرفـيج، حيث يتسع المجرى لأكثر مـن كيلو متر دون أن يكون له دور في هذا الاتسـاع، وإنما الذي حدث هو انفراجه على نطاق من السبخات فأدى إلى اتساعه بهذا الشكل، يحفه على الجانب الأيسر حـائط شديد الانحدار، ومثله على الجـانب الأيمن حتى ارتفاع (١٠) م، ثم يتقعر صعودا حتى القمة التي ترتفع (١٨) م.

٤- يرتبط مجرى مسـيل الريان بمستوى قاعدة محلي، لذا فإنه يسـعى لتحقيق هذا المسـتوى، ومن خـلال استعـراض قطاعاتـه العرضـية (شكل رقم ٣-١٧د)

نلاحظ أن المجرى عند المنسوب (٢٤) م في القطاع الأعلى ينحت في الجانب المقعر (الأيمن) الذي بدا متآكلا، فاشتد انحداره، وغدا على شكل جرف هار يشرف على مجرى المسيل، في حين يلقي برواسبه على الجانب المحدب (الأيسر) حيث الانحدارات البسيطة. وفي قطاعيه الأوسط والأدنى يجنح المجرى عند الارتفاعات (٢٠، ١٤) نحو الجانب الأيسر، فيتقعر بسبب تعرضه لعمليات النحت، بينما يظهر الجانب الأيسر المحدب بأنه أقل انحدارا نتيجة استقباله للرواسب، ويتميز الجانب الأخير كذلك بمظهر مصطبي عند الارتفاعات (٢٠، ٢٢) م في الأوسط، (١٤، ١٦) م في القطاع الأدنى، وهي بلا شك ترتبط بالتباين في الخصائص الليثولوجية للصخر.

٥- يبدو أن مجرى مسيل السيلية يتفق في سعيه نحو تحقيق مستوى قاعدة محلي مع مجرى مسيل الريان (**شكل رقم ٣-١٧هـ**)، ويختلف معه في التفاصيل؛ فمجرى مسيل السيلية في قطاعه الأعلى يلازم عند ارتفاع (٣٦) م الجانب الأيسر فينحت فيه حتى بات مقعرا شديد الانحدار، بينما ساهمت الإرسابات التي يلقيها المجرى على الجانب الأيمن في اقترابه من التحدب الذي ينبئ ببطء الانحدار. وفي القطاعين الأوسط والأدنى يترك المجرى على الجانب الأيسر عند الارتفاعات (٣٠، ٢٢) م على التوالي مظهرا مصطبيا، يبدو لأول وهلة أنه بفعل عمليات النحت الرأسي وتعميق المجرى، ولكنه ذو علاقة بخصائص الطبقات الصخرية وما تتميز به من تباين في تعاقبها.

وعلى العموم فإن المسل المائية **قليلة الانتشار**، قلما تتعدى خط عرض الدوحة نحو الجنوب، **وينصرف معظمها داخليا** Internal Drainage إلى المنخفضات، يميزها جميعا نمط التصريف المركزي Centripetal Pattern، وما ينصرف منها إلى البحر يمثل نسبة ضئيلة جدا يتركز معظمها في شريط ضيق من الساحل الغربي إلى الشمال من طريق «الدوحة - دخان»، وهي **قليلة العمق** وضيقة؛ إذ لا يزيد الفارق الرأسي بين قاع المسيل وأعالي جوانبه عن متر أو مترين، بينما يتراوح عرض بعضها ما بين (١٢٠-١٣٥) م، فضلا عن **قلة الانحدار** باستثناء تلك التي تنحدر من حدبة دخان، سواء أكان الاتجاه نحو سبخة دخان في الشرق أم صوب البحر في الغرب، كما أنها **قصيرة الطول**: حيث

لايزيد أكثرها طولا حسب القياسات التي أجريت على (٧) كم، هذه الخصائص التي اكتسبتها المسل الجافة ما هي إلا انعكاس للظروف المناخية (ندرة الأمطار) وسمات السطح التي أوضحناها بداية.

خامسا: التلال والشواهد الجيرية وخصائصها:

تبين لنا من دراسة طبوغرافية قطر أن السطح يتدرج في الارتفاع باتجاه الغرب والجنوب الغربي، لذا تتركز في هذه المناطق (**شكل رقم ٣-١**) ظاهرة التلال والشواهد الجيرية، ولكي تتضح صورتها وتنجلي خصائصها فضلنا تقسيمها - اعتمادا على خصائص الشكل وعوامل تشكيلها وطريقة تكوينها - إلى ثلاث مجموعات رئيسة هي: التلال [البنيوية - الهضيبية - المتحجرة] والشواهد مستوية القمم (هضبية).

١- التلال البنيوية:

وهي ذات علاقة بالحركات التكتونية الرافعة والجانبية الضاغطة، فباتت بنيوية النشأة، طولية الشكل، وتتمثل في منطقة دخان، هذه المنطقة عبارة عن طية محدبة (تل طولي)، تمتد من رأس دخان مرتكزة على محور شمالي - جنوبي بمحاذاة الساحل الغربي لمسافة (٧٥) كم حتى طريق «الدوحة - أبو سمرة»، ويعرض يتراوح ما بين (٥-١٥) كم، فالسلسلة التلالية البنيوية تعتبر من أهم المظاهر الجيومورفولوجية في المنطقة الغربية خاصة، وشبه جزيرة قطر بصفة عامة، حيث تمتد دون انقطاع على طول محور الدا؛ حتى مرتفعات النخش، وتتركز في الوسط.

يبدو أن القسم الشمالي من السلسلة التلالية قد مزقته مجموعة من المسل السيلية إلى تلال منعزلة يشاهدها المتجه على طول الطريق من دخان إلى أم باب، فتظهر بشكلها القبابي الذي تعلوه قمة أو قمتان ترتفع إلى أكثر من (٧٠) م، فوق مستوى سطح البحر، وتحيطها من الخارج في أغلب الأحيان حواف صخرية، قد تكون متصلة (عبارة عن دائرة مغلقة) فتبدو التلال معها صغيرة كأنها قور، أو مقتصرة على جانب دون آخر فتتسع تبعا لذلك مساحة التل، وفي كلتا الحالتين تشرف بواجهاتها ذات الانحدارات الشديدة على مناطق سهلية منبسطة أو حوضية منخفضة، وتتمثل في المنطقة المحيطة بالخطية ومدينة دخان، وقد تقترب هذه



السلسلة في بعض أجزائها من البحر فيضيق على إثرها السهل الساحلي، في حين تترك إثر انحرافها نحو الداخل في أجزاء أخرى شريطا ساحليا متسعا نوعا ما.

إلى الجنوب من منطقة «الخطيـة - دخان» تتدنى ارتفاعات السلسلة التلالية فتتراوح بين (٣٧-٦١) م، ويتمثل الرقم الأخير في الفحاحيل وأم باب، تبدأ السلسلة التلالية بعدها بالانفراج والانحراف نحو الداخل، مع الاحتفاظ بقيم الارتفاعات وحصرها لبعض المنخفضات التي ترتفع إلى (٣١) م، ومع اقترابها من منطقة جليحة وأبو طريفة تأخذ السلسلة بالنهوض وتزايد الجنوح نحو الداخل؛ إذ تميزها ارتفاعات تتدرج من (٧٦) م حتى ارتفاع (٨٣) م في منطقة جليحة.

ولعل ما يثير الاهتمام في هذه المنطقة التلالية **خطوط الارتفاعات** المتراصة والمتوازية في آن واحد، والتي قد تعزى إلى عنف الحركة الجانبية الضاغطة وانتظام موجاتها، **ومجموعة المسل المائية** التي تصرف مياه القمم التلالية الواقعة في الشرق، فتخترق السلسلة في اتجاهها صوب الغرب مع انحراف بعضها نحو الجنوب الغربي، **والمحاور الثلاثة** التي تبدأ في الوضوح حال دنوها من وادي الذياب.

أولها: محور تلال الخريج - النخش الذي يحف بالوادي من جهة الغرب، ويشرف عليه عبر حواف صخرية شبه متصلة، تتدرج ارتفاعاتها من (٧٢) م صعودا بالاتجاه صوب الجنوب حتى تلال النخش التي تصل أعلى قمة فيها إلى (٩٢) م، **وثانيها**: محور جليحة - المشاش - عين حماد، يبدأ هذا المحور من الشمال بمجموعة تلال قد يصل ارتفاع قمم بعضها إلى (٧٠) م، وينتهي في الجنوب بين المشاش وعين حماد بمجموعة تلالية تبدو مخروطية الشكل يبلغ أكثر قممها ارتفاعا (٨٢) م عن مستوى سطح البحر، وما بين (٢٢-٣٧) م قياسا بالمستوى الموضعي، بينما يوصف في الوسط بطعس الكرعانة الذي تميزه تكوينات الجرول ورمال قارية، وتحوم ارتفاعات هذا القسم حول القيم (٥٧-٨٦) م، ويكتنفه كثيب رملي يرتفع إلى (٩٨) م، ويتفق جناحه الأيسر في امتداده مع محصلة الرياح الشمالية الغربية، **وثالثها**: محور الحورية - الصبيحة - الكرعانة، وهو أقلها ارتفاعا وأكثرها اتساعا في خطوط ارتفاعاته المتساوية؛ إذ لا تزيد أعلى قممه في ارتفاعها على (٦٧) م، وتتميز بعض تلاله بشكلها المخروطي.

٢- التلال الهضيبية: (مستوية القمم)

(أ) **في شبه جزيرة أبروق:** ونعني بها التلال ذات القمم المستوية، تميزها تراكيب بنيوية جيولوجيـة أفقية، وحافات صخرية شـديدة الانحدار، وصخور صلبة تغشى سطوحها، وسفوح سلمية الشـكل أو مقعرة وهي خاصية تتوقف على مدى تـعاقب الطبـقات الصـخرية، ومن مـشاهداتنا في شـبه جـزيرة أبروق للمظهـر الفزيوجـرافي الذي يشكل العـامود الفـقـري لها، يحـدد هوامشـه الخارجـية خط كنتور (٢)م، ثم يأخـذ في الارتفاع التدريجي المنظم نوعـا ما حتى نعتلي نطاقا تلاليا في الوسط يصل في ارتفاعاته إلى (٢٠)م، وقد تقف بعض التلال المنعـزلة كشواهد جيـرية وسط منطقة تتمـيز باستواء سطحـها، حيث استطاعت هذه الشواهد أن تقاوم فـعل عوامل التعرية، ويعني ذلك أن تكوينات هذه الشواهد من الصلابة بحـيث تصدت لهجمات التعـرية الهوائية المتكررة، بينمـا تساقطت التكوينات الرخـوة عند قواعـدها، لذا تتمـيز هذه الشواهد بسفوح مقعرة الشكل، وباسترقاقها عند القمة، واتساعها كلما اقتربنا من القاعدة التي توارت نتيـجة اختفائها تحت ركام السفـوح المنهال عليها من التكوينات التي تعلوها.

ومن المظاهر الجيومورفولوجية للتلال الهضيبية الجنوبية التي تشكل قاعدة شبه جزيرة أبروق، أن أقدامها تكاد تتـمثل عند مستوى متشابه تقـريبا مع مستوى سطح الخليج العربي مـع بعض الفروقات البـسيطة، كما أنهـا تبدو متـقطعة تفصلهـا بعض الأحواض، ومن المؤكـد - ما دامت في موقـعهـا هذا - أنها كانت شاطئـا لبحر قديم، تمكنت عوامل النحت البـحري من إزالة التكوينات اللينة وتشكيلهـا بظاهرات مورفـولوجية تتـمثل في التـجويفـات والكهوف، توالت بعد انحسـار البحر عن هذه المناطق عمليات التـعرية الهوائية فطبعـتها بخصائص تنم عن دورها الفعـال المتمثل في تسوية سطوحها كأنهـا هضيبات صغـيرة (مـيزا Mesa)، وفي نحت جـوانبهـا التي بدت على شكل سـفوح مقعرة، وفي الركام المتراكم عند حضيضها، وتتراوح ارتفاعات هذه المجموعة بين (١٧-٣٠) م عن سطح البـحـر، وهناك مجـمـوعـة أخرى من التـلال الصغـيرة الحجم، تشـرف مباشـرة على اللسان المحـوري لسبخـة دخان من



الشمال والجنوب، يتميز بعضها بشكله القبابي، وارتفاعاته التي قد تصل إلى (٣٢) م، وبعضها الآخر يبدو على شكل قور أو تلال مخروطية الشكل تميزها في الحالتين حواف شديدة الانحدار، وارتفاعات تقع بين (١٤-٢٤) م.

(ب) **في منطقتي الخور والذخيرة:** تتكرر مثل هذه الظاهرة التلالية في منطقتي الخور والذخيرة، ونشاهد هنا الجدر الجرفية والحافات الصخرية المطوقة للجزء والساحل الشمالي للخور وأحواض أم قين وأم القهاب وأم بركة وأم كلب والخريص والوعب، وهي من بقايا قبة سمسمة السنامية المفرغة، أو أنها أضحت بالمفهوم الجيولوجي نافذة جيولوجية، استطاعت العوامل الجيومورفولوجية أن تزيل الطبقات العليا الحديثة عن ظهر القبة وقمتها، وتكشف عن طبقات الرس القديمة، التي تعرضت بدورها إلى عمليات التعرية والحت والاتكال.

إذ يمتد الجدار الجرفي دون انقطاع من نقطة تقع إلى الشمال من مدينة الخور وعلى يسار الطريق المؤدية إلى الذخيرة باتجاه الغرب فالشمال ثم الشرق والشمال الشرقي، ثم ينحرف نحو الجنوب الشرقي ليساير الساحل أمام رأس أم عبده، ويحيط هذا الجدار بنطاق من السبخات، وهو جدار تلالي يرتفع في بعض المواقع إلى أكثر من (١٥) م، وهي قيمة تمثل في نفس الوقت مقدار التضرس المحلي مقارنة مع منسوب السبخة الذي يتفق في مواقع كثيرة مع مستوى سطح البحر، ولهذا يتميز الجدار التلالي بالانحدار الشديد صوب السبخة.

ومن المحتمل أن يكون لهذا الجدار امتداد في خور الخور حيث تظهر أرض الجزيرة في جزئه الشرقي على ارتفاع قد يبلغ (٨) م، وهو في الجزيرة عبارة عن **تلال شاهدة** سطوحها منبسطة وواسعة نسبيا، تكسوها طبقات صخرية صلبة متموجة تحمي ما تحتها من صخور لينة من فعل العوامل الخارجية، **وقور** (مفردها: قارة) مخروطية الشكل، تعرّت قممها من الطبقة الصخرية الواقية وتقع في شمال وجنوب الجزيرة، **وكدوات** تقع في وسط الجزء الشمالي من الجزيرة وعلى ساحلها الشرقي، وتتخذ أشكالا مخروطية تبدو من الأعلى كعنق الزجاجة، وبهذا ما فتئت بقايا صخرية صلبة تتوج قممها وتحميها من الانهيال والزوال (شكل ١-٦).

وهناك امتداد آخر للجدار التلالي يقع على الساحل الشرقي لخور الخور وفي وسط المنطقة التي يمكن أن ننعتها بالسنديان، وهي عبارة عن حافات صخرية جرفية

متصلة توازي خط الساحل وترتكز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وعدد من الكدوات الصغيرة تشكل طرفه الجنوبي وترتفع إلى حوالي (٥) م، وسلاسل تلالية عند موقع سفينة Sufaynah في الوسط تمتد بين الشمال والجنوب أو بين الشرق والغرب، وقد تتقوس دون أن تكتمل دائرة تقوسها، وتشرف من عُلوٍ قد يبلغ (٤) م على رقع من السبخات الواقعة في الجنوب والغرب، وإلى الشرق من الجبيل Al Jubayl الواقعة في أعلى وسط منطقة السنديان تتربع تلة مخروطية الشكل مقعرة الجوانب فوق تكوينات من الحجر الجيري والدلومايت ترتفع قمتها إلى أكثر من (١٠) م بفارق موضعي يبلغ (٧) م.

وفي مجال مدينة الذخيرة نشاهد سلسلة تلالية جرفية تحتل قطاعا من الساحل لمسافة (١,٥) كم، وتقع إلى الجنوب الشرقي منها، ويلاحظ أنها تقترب من خط الساحل كلما سرنا معها نحو الجنوب، وتلازم في امتدادها شريطا من الرواسب الساحلية الحديثة، وتتراوح ارتفاعاتها ما بين (٢-٤) م في أطرافها الجنوبية و (٦) م في الوسط والشمال، وإلى الشمال الشرقي من هذه السلسلة ترتفع تلة شاهدة - طولية الشكل وملاصقة للشريط الساحلي - إلى أكثر من (٤) م.

وإلى الغرب من مدينة الذخيرة، وعلى بعد (١,١) كم من مركزها، يمتد الجدار التلالي في شكل حلقي مؤلف من قارات مائدية كبيرة، وأخرى إلى الغرب منها صغيرة توازي الجدار من جهة الشمال، تتراوح ارتفاعاتها بين (٤-٨) م، ويبدو أن الجدار في امتداده المتعرج، واتجاهاته المتفاوتة، وانقطاع تواتره، يسير في دورانه حول حوض أم قين حتى أم القهاب مع خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٨-١٢) م، تظهر بقايا هذا الجدار - الذي تفصله عن الجدار الأم ضهرة مرتفعة نسبيا - على بعد (٢,٥) كم إلى الشمال الغربي من أم القهاب في سلسلة تلالية متقابلة ترتفع بعض قممها إلى حوالي (١٦) م.

وإلى الشمال الغربي من بحيرة الذخيرة الداخلية يتجمع عدد من التلال والشواهد، هي عبارة عن مخلفات تدل على تقطع الجدار الصخري من ناحية، وتبرهن على أنها مرحلة من مراحل تراجع الجدار من ناحية ثانية، وتؤكد بأنها أكثر مقاومة لفعل الحت والتآكل من الكتل الصخرية التي كانت تشغل المناطق



المنبسطة بينها نتيجة التفاوت في النسيج الصخري وبنيته من ناحية ثالثة، ويتضح أن مجموعة هذه التلال تتميز بارتفاعات تتراوح ما بين (٩-١٦) م، وأن بعضها ذو جوانب مقعرة، وقمم مستدقة، والبعض الآخر هُضَيْبِي الشكل، مجوف في الأجزاء الصخرية الصلبة العليا، وخاصة تلك التي تستقبل صفعات الرياح المحملة بالرمال أو بالأمطار، فتشكل فيها - كما هو الحال في شبه جزيرة أبروق والتلال المجاورة لسبخة دخان - كهوفا ومغارات قد يستظل بها الإنسان فتقيه حرارة الشمس اللافحة.

وفي منطقة سمسمه التي سميت القبة باسمها، يمتد الجدار التلالي المغلق تقريبا باتجاه الشمال الغربي في خطين شبه متوازيين، متفقين مع خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (١٨-٢٢) م، تتربع فوق سطحه الهضبي مجموعة من القمم تحوم ارتفاعاتها بين (٢٣-٢٤) م، وبهذا يبدو مختلفا عن الجدار التلالي السابق الذي يحيط بأحواض مفرغة، ويعني ذلك أن التكوينات الصخرية المثلة لضهره أكثر صلابة، وأنها ما زالت تقاوم عوامل النحت والتعرية، بيد أن جوانب الجدار التي تبدو مقعرة، خضعت لفعل النحت والتآكل فكشفت عن التكوينات القديمة (الرس)، وساعدت على انهيال السقف، ومع تكرار عملية التراجع الخلفي تتمزق في النهاية أوصال الجدار وتتقطع سلسلته ويظهر على شكل تلال صغيرة شاهدة أو قارات أو كدوات متناثرة، وإما أن يختفي تماما.

وهناك جدار تلالي آخر يقع إلى الجنوب الغربي من الوعب، يبدأ الجدار في جزئه الشمالي امتداده المستقيم تقريبا صوب الغرب لمسافة (٠,٨) كم، ينحني بعدها متجها نحو الجنوب على شكل سلسلة تلالية طولية، يقطعها على بعد (٠,٦) كم أحد المسل المائية قاصدا حوض الوعب، تستمر السلسلة الطولية في امتدادها الجنوبي بشكل متعرج، وهو دليل على تفاوت فعل عمليات الحت والتآكل في جوانب السلسلة، والتي تعتمد بدورها على قدرة عوامل النحت، ومدى استجابة التكوينات الصخرية لها، فبقدر ما يزداد التقوس والتعرج في بعض أجزاء السلسلة، بقدر ما ينم عن الدور الفعال لعوامل النحت، وبالتالي تلتحم جوانب السلسلة المتراجعة مع بعضها، حيث تفضي بالنهاية إلى تشكيل صور جيومورفولوجية من الشواهد التلالية المتفاوتة حجما وشكلا وارتفاعا.

تظهر أجزاء السلسلة التلالية الجنوبية والشرقية بشكل أقل تعرجا وتقوسا منها في الغرب، وأن أجزاء كثيرة منها تبدو شبه مستقيمة، ولعل تفسيرنا لهذه الاختلافات لا يكفي أن نعزوه إلى بنية الطبقات وهندسة الصخور، بل يحتمل -وهو الأرجح من وجهة النظر الخاصة- أن تكون من تأثير العوامل الخارجية المناخية؛ لأن السلسلة الغربية أكثر تعرضا - كما أشرنا سابقا - لهجمات الرياح الشمالية الغربية والغربية وصفعاتها، الأمر الذي يؤدي إلى كثرة تعرجاتها وتقوساتها، ومن ثم تراجعها أو تقطعها إلى مجموعات تلالية مبعثرة.

ويلاحظ أن الاختلافات بين أجزاء السلسلة التلالية لا تقتصر على التقوسات أو التعرجات، بل تشمل خطوط الارتفاعات والانحدارات كذلك، ففي اعتلائنا السلسلة من جهة الشمال نرتقي درجات سُلَّمية متسعة ترتفع (٨) م عن سطح البحر، تضيق كلما اقتربنا من الوسط والجنوب وخاصة بين خطوط ارتفاع (١٠، ١٢) م، (١٨، ٢٠) م، والقيمة الأخيرة تمثل أقصى ارتفاع للسلسلة، ويقودنا هذا إلى التأكيد على أن انحدارات السلسلة التلالية - رغم التفاوت فيما بينها - تتفق مع انحدارات السطح العام صوب الشمال والشمال الشرقي.

(جـ) في المنطقة الجنوبية:

إلى الجنوب من طريق الدوحة - أبو سمرة تنتشر أعداد كبيرة من التلال الشاهدة بأنواعها، فهي إما أن ترافق السلاسل التلالية، أو تقف منفردة كما لاحظنا في شبه جزيرة أبروق ومنطقتي الخور والذخيرة، فالمنطقة الواقعة إلى الشمال من الخرارة، وإلى الشرق من خط طول (١٠َ ٥١ْ) شرقا والمتفق مع حوض المرخية والركية، تتبعثر في منطقة البعوضيات مجموعة من التلال القبابية ترتفع ما بين (٥٢-٥٥) م، أما إلى الجنوب منها وخاصة في منطقة الطوار فنلاحظ حافات صخرية جدارية تشكل حلقة طولية تلازمها في كثير من الأحيان تلال شاهدة، أو أنها تبتعد عنها قليلا، وعموما فهي عبارة عن قارات سطحها منبسط ومتسع نسبيا، ترتفع أكثر من (٦٠) م، وتميزها جوانب محدبة الانحدار، إضافة إلى العديد من الربوات Knolls ذات الخطوط الكنتورية المقفلة، والتي ترتفع أكثر من (٥٥) م.

إلى الجنوب الخرارة، وخاصة فيما بين «غار البريد - أبوسمرة» في الغرب، ومزرعة ترينا في الشرق، توجد نماذج مختلفة من سلاسل التلال الهضيبية والتلال



الشاهدة (قارات، كدوات، كديوات) والربوات، تعج بها المنطقة، وترتفع وسط أرصفة Platforms صخرية منبسطة، ينفرد بها نطاق التلال الميوسينية، ويلاحظ أن مجموعة التلال هذه تتكون من صخور الحجر الجيري والطين العائد لعصر الميوسين، فيما تتألف صخور السطح المستوي المجاور لها من الحجر الجيري والدولومايت المختلط بالطين الصفحي والطين الجيري العائد للإيوسين الأوسط، ونقصد أن التكوينات الإيوسينية تعرضت فترة أطول لعمليات التعرية، فتحولت إلى سطوح صخرية مستوية، فيما احتفظت التكوينات الميوسينية الأحدث بمناسيبها، لذا تشكلت مجموعة من التنهدات أطلق عليها مسميات محلية منها القرون، والطوير، والقليعات، والخويمات.

ويتمثل نطاق التلال الميوسينية في ثلاث مجموعات:

ج/ ١- مجموعة التلال الشرقية: (الأشكال ١-٣، ١-١٠، ٣-١)

وهي على هيئة سلسلة تلالية طولية أو تلال منعزلة، يمثلها طوار الخرارة، وطوار الحريثي وطوير الحمير، وتمتد محوريا من الخرارة في الشمال حتى طوير الحمير في الجنوب الغربي ولمسافة (١٥) كم، تتخللها مساطح من الأرض ترتفع ما بين (٤٠-٦٠) م فوق مستوى سطح البحر، **فطوار الخرارة** عبارة عن مظهر تلالي يمتد من غرب بلدة الخرارة باتجاه الجنوب مع انحراف نحو الغرب قليلا، لمسافة لا تقل عن (١٠) كم، يتميز هذا المظهر باتساعه النسبي في قسمه الشمالي، وارتفاعه الذي لا يتجاوز (٧٥) م، مع وجود بعض الربوات التي ترتفع إلى (٨٥) م، وقور تميزها حافات شديدة الانحدار، ترتفع (٧٠) م.

وكلما اتجهنا نحو الجنوب يظهر التضاد، ففي حين يتدرج ضهر التل بالارتفاع من (٨٤-٩٠) م، تضيق جوانبه، وتظهر الطبقات الصخرية الصلبة على شكل حلقة طولية متقطعة من الحواف تنحدر انحدارا شديدا نحو الغرب والجنوب، بينما يتميز جانبها الشرقي بانحدار تدريجي، ويعني ذلك -كما في منطقة الوعب- أن محصلة الرياح الغربية - بالإضافة إلى البنية وخصائص الصخور - ساهمت بشكل فعال وواضح في خلق هذه الأشكال التضاريسية، ولا يخلو هذا الجزء من الربوات المنعزلة بارتفاعاتها التي قد ترقى إلى قمم السلسلة، حيث يصل إلى (٨٩)م في بعضها، وإلى (٥٥) م في بعضها الآخر.

وفي منطقة طوار الحريثي التي تبدو على شكل حوض مفرغ تبرز مجموعة من الربوات في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من الطوار بارتفاعات تتراوح ما بين (٦٨-٨٧) م، تميزها سطوح متسعة ومستوية نسبيا، تحاصرها حواف صخرية تنحدر انحدارا شديدا نحو الجنوب الغربي حيث الجوف المفرغ للطوار، يقابل نطاق الربوات في الجانب الآخر قارة مقعرة الجوانب، شديدة الانحدار، ترتفع في حدود (٨٩) م، وفي الأطراف الجنوبية والجنوبية الغربية لطوار الحريثي تمتد تلتان طوليتان ترتكز كل منهما على محور ش ش غ - جـ جـ ق، تنتمي الأولى لنوع التلال القبابية التي يميزها انحدار شديد عند القاعدة، وخفيف عند القمة، وترتفع إلى (٥٩) م وخاصة في جزئها الشمالي، فيما تصنف الثانية - وهي تلة كبيرة - ضمن التلال المخروطية التي تبدو جوانبها مقعرة الانحدار، ويبلغ ارتفاع قمتها (٦١) م.

وفيما بين طوار الحريثي وقلعة علي بن سعيد يتناثر عدد من التلال والربوات، تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٦٢-٨٥) م، باستثناء تلة كبيرة هي طوير الحمير، ترتكز هذه التلة على محور شمالي - جنوبي، وترتفع قمتها التي تقع في وسط الجزء الشمالي إلى (١٠٣) م، ويلاحظ أن التلة الطولية تتميز بسطح ضيق، وحافات تتفق وخط ارتفاع (١٠٠) م، تحيطها من الشمال والغرب والجنوب، ولكنها تنحدر انحدارا شديدا صوب الشرق، وانحدارا يبدو أنه أقل حدة باتجاه الغرب، وكأنها بهذا الوضع عبارة عن كويستا أو كثيب رملي كُسَاحُه مقبب وصَبَّابُه مقعر.

ج/ ٢- مجموعة التلال الوسطى:

تتحدد هذه المجموعة من الشمال بطريق «الدوحة - أبوسمرة»، ومن الجنوب «بقليعات علي بن سعيد»، وهي أكثر ما تكون وضوحا في هذا النطاق، حيث تنتشر بأعداد كبيرة جدا، ولعل هذا يقودنا إلى توضيح مفاده أن خرزة الدرب والقلائل باحتوائهما على هذا العدد المتميز تنتميان جيولوجيا إلى عصر الميوسين الأوسط والأسفل، وتتبع تكويناتهما المتمثلة في الحجر الجيري والصلصال، والحجر الجيري والطباشير والصلصال المحتوي على طبقات من الجبس والسلستايت الدام الأسفل والأعلى على التوالي، فبهذه الخصائص تمكنت العوامل الخارجية من تفتيت كتلتي خرزة الدرب والقلائل وتحويلهما إلى هذا الكم من التلال المبعثرة.



فخرزة الدرب ذات الامتداد الطولي تضم سلسلة من التلال بأنواعها المتباينة والربوات الصغيرة، تتفق في امتدادها مع امتداد الخرزة، وهي عبارة عن ثلاث مجموعات تلتحم معا في الجزء الجنوبي من الخرزة، فمجموعة الربوات الشرقية أقلها ارتفاعا وأصغرها حجما، إذ لا تزيد في ارتفاعها على (٦٠) م، وهناك مصفوفة أخرى من الربوات الصغيرة تقع في الجنوب الغربي من الخرزة وترتفع إلى (٦٢)م، أما المجموعتان الوسطى والغربية فتمثلهما تلال شاهدة (قور)، يتميز بعضها بسطوح منبسطة وشكل قبابي، والبعض الآخر بسطوح ضيقة وشكل مخروطي، وتتراوح ارتفاعاتها بين (٨٦-٩٩) م، وهي جميعا تغلفها حافات صخرية قد لا تكتمل حلقاتها في البعض وخاصة تلك التي تقع في الجنوب، وتجمعها سمة الانحدار الشديد، إلا إذا خلت جوانبها من الحافات الصخرية، فتباعدت بالتالي خطوط ارتفاعاتها وخفت انحداراتها.

والقلائل التي تمتد إلى الجنوب الغربي من خرزة الدرب تمثل تلا كبيرا، إلا أنه بحكم خصائصه الجيولوجية وهندسة طبقاته تفرغ في أجزاء كثيرة من بعض محتوياته الصخرية، فغدا التل عبارة عن مجموعة من التلال الشاهدة تتناثر على امتداد رقعته، فنشاهد قارات ثلاث في الوسط ترتفع ما بين (٩٤-٩٩)م، تتخذ جوانبها شكل انحدار مقعر، أي أنها مخروطية الشكل، وهناك مجموعة أخرى تختلف عن الأولى من حيث السطوح المنبسطة الواسعة، والطبقات الصخرية القاسية التي تتوج قممها فتحمي بالتالي ما دونها من صخور رخوة من تأثير العوامل الخارجية، والارتفاعات التي تتراوح ما بين (٥٤-٦٤) م.

ج/ ٣- مجموعة التلال الغربية: (الساحلية)

إلى الجنوب من طريق «الدوحة - أبوسمرة»، وإلى الغرب من تكوينات العرايج الرملية (العريق)، ثمة مجموعة من التلال نطلق عليها تلال النفخة Al-Nafkhah، تتكون من الحجر الجيري والطين، وتعلوها قمم منعزلة يصل ارتفاعها إلى حوالي (٤٦)م، تتخللها ربوات منفصلة عن الأرض المجاورة، وتقع في الجزء الجنوبي الغربي من تلة النفخة، بارتفاعاتها التي تتراوح بين (١١-٣٦)م، ويلاحظ أن هناك كدوة تقع إلى الشمال الشرقي من التلة الأم جنوب الطريق،

ترتفع في حـدود (١٣) م، وتميزها جوانب مـقعـرة شديدة الانحدار، تماثلـها تلة شاهدة علـى شكل قارة تقع في الجـزء الجنوبي من تلة النفخـة، سطحها مـنبسط ومتسع نسبيا، ترتفع (٢٧) م، وتشكل الحافات الصخرية نصفها الجنوبي.

إلى الجنوب من خط عـرض غـار البـريد تمتـد مـجمـوعـة تلاليـة تشـمل **الخويمات**، وهي عبارة عن تلال بيضاء، تظهر عليها آثار تكوينات الطباشير، وتبدو للناظر كالأناصيب وسط أشرطة من الرمال الصفراء، ترتفع إلى أكثر من (٦٠) م، يتبعـثر إلى جانب هذه المجموعـة عدد من الربوات الصغيـرة وخاصة على أطراف الكتلة حيث ترتفع ما بين (٢٣-٤٦) م، ويلاحظ أن حزم المسحـبية مزقته عوامل التعرية، وخاصـة عمليات الإذابة بفعل الأمطار، وعمليتـا الهدم والإرساب اللتان تتولاهما الرياح بدليـل المظهر التلالي والإرسابات الرملية التي تتـخلله وتفصل بين مجموعاته.

وإذا انتقلنا إلى الوحدة الثـالثة صوب الجنوب، حيث **قرن أبو وائل**، لوجدنا صورا تضاريسية أكثر تعقيدا وتضرسا، ويمكننا بسهولة ويسر أن نعتلي التل من أحد أطرافه، إلا أننا نواجـه صعوبة حال اقـترابنا من خط ارتفاع (٢٠) م، حـيث تبدأ خطوط الارتفاعات في التزاحم والتقارب وربما يلتحم بعضها مكونا حافات صخرية شديـدة الانحدار، وعلى ارتفـاع (٤٠) م تأخذ الجـوانب في الوضوح والتـقعـر، والقمم في الارتفاع والاسترقاق حتى علو (٧٤) م فوق مستوى سطح البحر.

وفي أقصى جنوب شبـه جزيرة قطر حيث مناطق جَوِي السلامـة وسودانثيل وعقـلة المناصيـر تظهر ضـمن تكوينات الدمام الأسـفل العائدة للإيوسين الأسـفل سلاسل تلاليـة واضحة المعـالم، جرفيـة الجدر في بعض حلقاتهـا، يحيط **أولاها** بالحوض المفرغ لجـوي السلامة من ارتفاع يتراوح مـا بين (٢٠) م للحزامين الغربي والشـرقي و (٣٠) م للحزام الـشمـالي، ويبدو أن الجـدار الجـرفي في هذا الموقع يتكون من عدد من الجروف أو الحافات الصخرية المتـتابعة طوليا أو عرضيا، تلازمه في كثير من المـواقع بعض التلال الشاهدة بأشكالها القبابيـة أو المخروطية والربوات الصغيرة، الـتي تزيد ارتفاعاتها على (٣٨) م، هذا المظهر الجيـومورفولوجي يرصع جوف الحوض، ويجمع بين أنواع التلال الشاهدة من قور وكدوات وكديوات ذوات الجوانب المقعرة أو المحدبة والقـمم التي ترتفع ما بين (٢١-٣٩) م، إضافة إلى كم من الربوات ذات الارتفاعات المتدنية بحيث تبلغ ما بين (٢-٩) م.

ويغلف ثانيها الحوض المفرغ لسودانثيل وعقلة المناصير، ويبدأ من الحدود القطرية وقد طمست بعض معالمه فرشات الرمال التي تحاذي سبخة سودانثيل من الغرب، إلا أن صورته التضاريسية وملامحه الجيومورفولوجية تأخذ في الوضوح كلما اقتربنا من مركز سودانثيل، وعلى بعد (١,١) كم من المركز يدور الجرف دورة شبه كاملة حول حوض صغير مفرغ ليبقي على فتحة تصله بالحوض الجنوبي ونطاق السبخة، ينطلق الجرف من المركز نحو الشمال في حزامين متوازيين يختلفان عما سبق، يحصران داخلهما مجموعة من التلال الشاهدة والربوات اللواتي ترتفع قممها ما بين (٢٥-٤٦) م حتى خط عرض (٣٥َ ٢٤ْ) شمالا..

وإلى الشمال من خط عرض (٣٥َ ٢٤ْ) شمالا يعود الوضع إلى ما كان عليه، فيرسم الجدار مستطيلا من الحافات الصخرية غير متصلة الحلقات حول حوض داخلي، تتراوح ارتفاعات شرفاتها المطلة على الحوض بين (٣٠-٣٨) م، بينما تجاري جوانبها الواقعة في قفا الحوض خطوط ارتفاعات تقع بين (٤٠-٤٦)م، وهذا يعني أن انحدار الحافات الصخرية يتدرج نحو الداخل بشكل سُلَّمي، ويلاحظ أن هذا الجدار لا تلازمه أي من التلال الشاهدة كما هو الحال في السلسلة الأولى أو حتى في الحلقات الأولى من السلسلة الثانية.

٣- التلال المتحجرة:

كانت هذه التلال كثبانا رملية ساحلية، يدخل في تكوينها الحجر الرملي الكلسي (البطروخي) Pseudo-oolitic، المتميز بمساميته، وقد أرسبت في فترات سادها الجفاف أثناء النصف الأول من عصر البلايستوسين بفعل الرياح، فشكلت بالتالي السواحل القديمة لشبه جزيرة قطر، ولعل احتواءها على نسب متباينة من الرمال الخشنة Coarse والحصباء Gravels والحصى Pebbles والجلاميد Boulders ذات الجوانب المثلَّمة، ووجود بعضها عند مصبات الأودية، يعد دليلا على انطباع أنظمة نهرية في مراحل مبكرة من تأريخ نشأتها.

ويبدو أن رواسب الكثبان السائبة تماسكت حبيباتها بفعل المياه إثر حدوث فترة مطيرة تلت فترات الجفاف، فما دامت تكويناتها مسامية، فإن مياه الأمطار كانت أثناء تسربها عبر المسام تذيب ما تحتويه هذه التكوينات من كربونات الكالسيوم،

وعند عـودة المحاليل المركـزة تجاه السطح يتم إعـادة ترسيب الكربونات في المسام فتغدو مادة لاحمة، (**صلاح بحيري ومضيوف الفرا، بدون تاريخ، ص٣٤**) وحال تبخر المياه تتخلف المادة اللاحمـة التي تعمل على تماسك ذرات الرمال التي تتحول إلى حجر رملي، وبهذا أضحت الكثبان الرملية تلالا ساحلية متحجرة.

يتضح لنا من قراءة (**الخريطة الجيـولوجية رقـم ٢-١**) أن كثيـرا من الكثبان الرملية المتـحجرة تقف شواهد ثابتة عـلى مدى تطور الساحل فيمـا بعد، وتُلاحَظ على الساحل الشـرقي بدرجة أكثر منهـا على الساحل الغربي، ولكنهـا أوضح ما تتمثل في منطقة الغارية وفويرط والجساسية وإلى الغرب والشمال من مصب وادي القبر الواقع إلى الشمال من بحيرة الذخـيرة الداخلـية، ومنطقـة الوُصَيْل وحزم الثُّعـيلب أمام وادي البنات شـمال الدوحـة، وإلى الجنوب من الوكرة (مـا يسمى بجبل الوكـرة)، وتظهر بعيدا عن السـاحل في منطقة النقيان تفـصلها عنه رواسب السبخات الأحدث.

وفي شبه الجـزيرة نجد أن السكان يطلقون على هذه المتحـجرات اسم جبل، وهي في الواقع تلال، سنختار أهمها: تلال فويرط والجساسية والوكرة:

فتلة فويرط تقع بين خرائب الغارية في الشـمال وبلدة فويرط في الجنوب، وتشرف على الساحل مباشرة، وهي تلة طولية تمتد مع امتداد خط الساحل، تضيق في نصفهـا الشمالي وتتسع في النصف الجنوبي، تميزها قـمتان جوانبهمـا مقعرة، ترتفعان ما بين (١٣-١٨) م، تفصلهما منطقـة حوضية يصل ارتفاعها إلى (٧) م، وعليه فـإن التلة بوجه عام مـخروطية الشكل، تنحـدر انحدارا شديدا تجـاه المنطقة الحوضية، وخفيفا على الجانبين.

أما سلسلة **تلال الجسـاسية** فتـقع فيما بين الغَنِيَّـة والحُوَيْلة، قبالة التـقوس الساحلي الذي يسـبق رأس قرطاس من الشمـال، أي أنها تمتد طوليا بين الشـمال والجنوب في موقع إلى الشـرق تماما من الجذيـع، وتبتعد عـن الساحل بما لا يزيد على (١,٦) كم، ولا تقل عن (١,٢) كم، وهي عمـوما تختلف في خصـائصها التضاريسـية والجيومورفولوجـية عن تلة فويرط، فهي في جزئها الشـمالي الشرقي عبارة عن جدار جرفي مغلق تماما على منطقة حوضية يحتمل أن تكون قد أُفْرِغَت من محتواها الصخري الهش.

ومن الركن الشمالي الغربي للجدار الجرفي تنبعث سلسلة تلالية تشرف في مسارها صوب الجنوب الغربي على نطاق من السبخات، وعند نهايته الجنوبية تنحرف السلسلة نحو الجنوب الشرقي فالجنوب لمسافة تبلغ (٢) كم، ثم تدور السلسلة لتعود من حيث أتت وبنفس المسافة، حيث تشكل جدارين متقاربين جدا من الحافات الصخرية تفصل بينهما مسافة قد تصل في حدها الأعلى إلى (١٠٠) م، ولا تزيد في حدها الأدنى على (٢٥) م، تتكرر عملية الدوران مرة أخرى مع بعض الفروقات المتمثلة في المسافة التي تبلغ (٠,٥) م، والتقارب بين الحافتين لدرجة التلاحم وكأنهما حافة واحدة، وفي نهاية مسارها الأخير تنحرف السلسلة نحو الشرق فالشمال الشرقي لتلتقي الجدار الجرفي هذه المرة من ركنه الجنوبي الغربي.

وفي أقصى الشرق تمتد سلسلة تلالية تختلف عن الجدار الجرفي الذي يقع إلى الشمال منها، وذلك في أن جوانبها المقعرة، وشرفاتها ذات الانحدارات الشديدة تطل على الأراضي المجاورة لها في الخارج، وعلى العموم فإن سلسلة الجساسية تتفق مع خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٤-١٠) م، وأن أعلى قمة لها تتمركز في الركن الشمالي من أطول سلاسلها المزدوجة، وترتفع (١٧) م تقريبا.

كانت تلة الوكرة تقع على بعد (٢) كم إلى الجنوب من مدينة الوكرة، ولكنها اليوم أضحت جزءا من حدود المدينة، ترتكز التلة التي تبعد عن خط الساحل في حدود (١٥٠) م على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وتتفاوت ارتفاعاتها عند القاعدة على الجانبين، فالجانب البحري يبدأ من خط ارتفاع (٤) م، فيما يمثل القاعدة على الجانب المناظر خط ارتفاع (٦) م، وعلى ارتفاع (٨) م يتشكل حزام بيضاوي من الحافات الصخرية ذات الانحدارات الشديدة.

تأخذ خطوط الارتفاعات على الجانبين بالتقارب صعودا نحو القمة الشمالية مع تميز الجانب الغربي بالتحام خطوطه نوعا ما، مما يؤكد على شدة انحدار هذا الجانب، وخاصة أنه يتعرض بدرجة أكبر لضربات الرياح الشمالية الغربية أو الغربية، بينما تتباعد خطوط الارتفاعات أو أنها تختفي كلما اقتربنا من القمة الجنوبية، ولهذا لا يَنْصَبُّ التباين بين القمتين على قيم الارتفاع فحسب، بل تندرج تحته خصائص الانحدار وسمة السطح، فالقمة الشمالية ترتفع (٢٣) م تقريبا،

وتبدو مخروطية الشكل، مقعرة الجوانب، مجزورة من الأعلى، أما الجنوبية فيمثلها خط ارتفاع (١٨) م، قبابية الشكل، جوانبها محدبة الانحدار.

خصائص بقايا سطوح التعرية:

وفي ضوء معالجتنا للتلال بأنواعها المختلفة، على أنها إحدى الأشكال المورفولوجية، رأينا أن نُتَوِّجَها بدراسة تَنْصَبُّ على خصائص القمم والمساحات المتبقية، بهدف التعرف على ما قد يوجد على السطح في شبه جزيرة قطر من مستويات تعرية، أو ما يسمى **بقايا سطوح التعرية**، وتحقيقا لهذا الهدف قمنا بحصر القمم أو المرتفعات التي يمثلها خط ارتفاع مغلق مع الأخذ في الحسبان أن يكون حد المساحة القصوى لخطوط الارتفاعات المغلقة (١) سم٢، على خرائط مقياسها ١ : ٥٠٠٠٠ بمعنى أن المساحة تقل عن (٠,٢٥) كم٢.

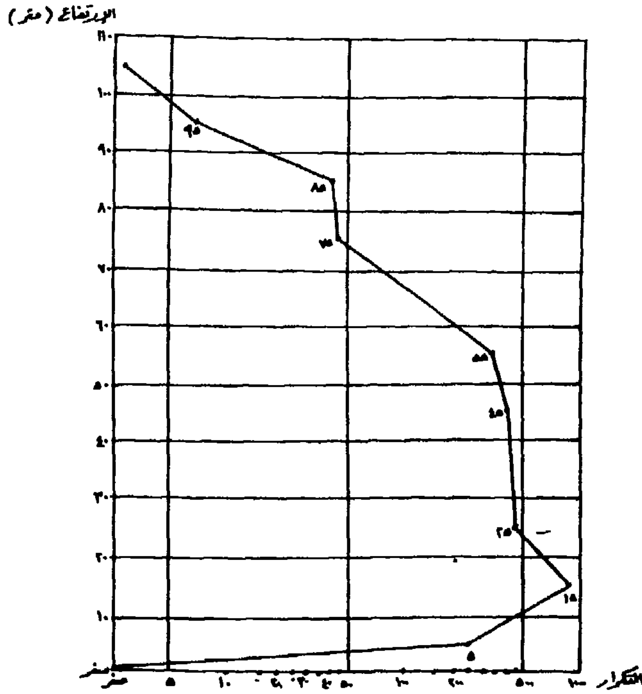
وقد بلغ عدد النقط التي تم تجميعها (٢٧٧٠) نقطة، دُوِّنَت في سجل بفارق منسوب (١) م؛ لأن الفارق التضاريسي المحلي صغير جدا، وأن أعلى نقطة في قطر تبلغ (١٠٣) م فقط، ولهذا تم عمل جداول تكرارية لعدد النقط المتوفرة وتجميعها في فئات مناسبة كان أولها التعامل مع فئات تكرار (١٠) م، ورسم لها:

(أ) المنحنى الألتيمتري التكراري (**شكل رقم ٣-١٨**)، حيث استعملت لهذا الغرض ورقة رسم بياني لوغارتمي، مع ملاحظة توقيع النقط مقابل مراكز الفئات.

ومن الشكل تتبين لنا الخصائص التالية:

١- تتزايد تكرارات القمم مع تزايد الارتفاع ولكن لحد معين يتمثل عند خط ارتفاع (١٥) م، ويتضح أن هذا الخط هو الحد الفاصل بين التزايد والتناقص، وأنه يضم أكبر التكرارات، ويخيل إليَّ من واقع الخرائط الطبوغرافية، وخصائص السطح في شبه جزيرة قطر أن المنطقة التي يتركز فيها هذا الكم من التكرارات تقع قريبة من الساحل الشرقي وتنحصر في المنطقة الواقعة إلى الشمال الغربي من الدوحة، (خريطة رقم ٢-١)، هذه المنطقة تمثلها في الواقع تكوينات الرس العائدة للإيوسين الأسفل، وهي أقدم التكوينات الظاهرة على السطح، وتضم





شكل رقم (٣-١٨)
المنحنى الألتيمتري التكراري للقمم فئات (٥) أمتار

أهم حقول آبار المياه في قطر، فلا غرابة إذن أن تكون قد تعرضت لفعل عوامل التعرية والنحت والتخريب، ومن ثم تشكيل أحد أهم سطوح التعرية في شبه جزيرة قطر.

٢- يبدو من شكل المنحنى الألتيمتري أن قيم التكرارات تأخذ في التناقص المتواتر مع تزايد الارتفاع، وهذا يعني أن هناك علاقة عكسية بينهما، أي أن العلاقة التي بلغت قيمتها (-٠,٨٨١) سالبة، وتشير هذه العلاقة إلى أن ما نسبته (١٢٪) من العوامل يحدد قيم التكرارات صعودا نحو القمم العليا بالمواصفات التي تم على أساسها اختيار العينات.

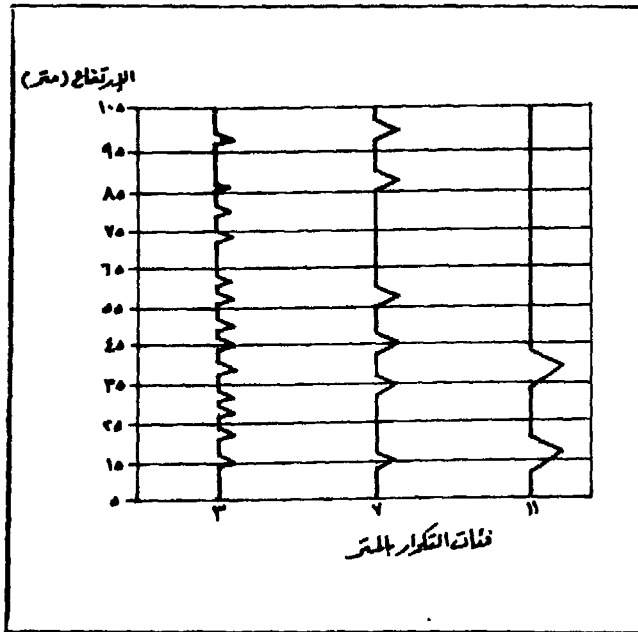
٣- يلاحظ من المنحنى الألتيمتري أن أكثر من ثُلث قيم التكرارات ينحصر ضمن فئة الارتفاع الواقعة بين (١٠-٢٠) م، تقترب من هذه النسبة دون أن تحاذيها قيم التكرارات التي تحتويها الفئتان (٢١-٣٠)م، (٣١-٤٠)م

مجتمعة، في حين لا تمثل القيم التي تزيد ارتفاعاتها على (٧٠)م أكثر من (٧٪) من جملة عدد التكرارات.

٤- تبرز على طول خط المنحنى الألتيمتري ثلاث زوايا ممثلة لرؤوس مثلثات ثلاثة، تتفاوت في قيمها بقدر ما تتفاوت في مدى انفراجها، تقابلها أربعة تقوسات داخلية تمثل الخطوط الواصلة بينها قواعد المثلثات الثلاثة، فزاوية الرأس في **المثلث الأول** تبدو حادة وتمثل أكبر التكرارات عند ارتفاع (١٥) م، وقاعدته عبارة عن الخط الواصل بين عدد التكرارات لكل من خطي ارتفاع (٥، ٢٥) م، وزاوية الرأس المنفرجة في **المثلث الثاني** تناظرها عدد التكرارات الواقعة عند مستويات (٥٥,٤٥) م، وهي مستويات تتفق ونطاقات القوس القطري ومناطق الحزوم وتشغل الأجزاء الوسطى من شبه الجزيرة، ونظرا لانفراج الزاوية، فإن القاعدة تتسع لتشمل عدد التكرارات الواقعة بين المناسيب (٢٥-٧٥) م، أما زاوية الرأس في **المثلث الأخير**، فإنها أقل حدة في انفراجها من زاوية المثلث الثاني، وتفوق زاوية المثلث الأول، وتمثلها قيم التكرارات الواقعة عند مستويات (٨٥) م، وتنحصر في منطقة النخش والنفخة والطوارت، وتمتد لتشمل أجزاء من قِبَاب دخان والفحاحيل وجليحة والقليعات إذا عرفنا أن قاعدة المثلث تصل بين تكرارات خطي ارتفاع (٧٥، ٩٥) م.

(ب) **الهستوجرام الألتيمتري التكراري**: وهو أحد الأشكال الإحصائية الذي يمثل تكرارات القمم بحسب فئات الارتفاع كالمنحنى الألتيمتري، ولكن الهستوجرام يركز على توزيع أكبر التكرارات فقط، وهو ما نطلق عليه «الخطوط البيانية للقمم التكرارية» ونعني بها أن نحدد الفئات التي تزيد تكراراتها على القيم التي تسبقها أو تلك التي تليها مباشرة، وقد تم اختيار ثلاث فئات تكرارية لهذا الغرض، تمثلها الفئات (٣، ٧، ١١) م، فحصلنا من الرسم البياني على ثلاثة خطوط توضح مدى تركز القمم التضاريسية. ومن (**الشكل رقم ٣-١٩**) نستخلص الخصائص التالية:

١- في حالة اعتمادنا على أوضح القمم، فإننا سنكون بإزاء سطوح تعرية يزداد عددها كلما قلت حجوم فئات الارتفاع، ولذلك يمكن تمييز بضعة



شكل رقم (٣-١٩)
الهستوجرام الألتيمتري التكراري (الخط البياني للقمم التكرارية)

قمم تتطابق تقريبا على طول الخطوط البيانية، وأوضح مثل لتلك القمم التي يمكن تجميعها حول خط ارتفاع (١٥) م ضمن الفئات الثلاث (٣، ٧، ١١) م، هذه الحالة يمكن تبينها بسهولة كذلك حول (٤٠) م في خطي فئات (٣، ١١) م، وحول (٤٥، ٥٧، ٨٧) م في خطي فئات (٣، ٧).

٢- فإذا بدأنا بمناقشة ما يمثله خط فئات (١١) م، فإننا نقف أمام قمتين على الخط البياني، هما ما يتراوح بين (١٢، ٢٢) م، وبين (٣٤، ٤٤) م، ولكل من هاتين القمتين - في الواقع - تفسيرها الخاص والواضح، فالقمة الأولى من المحتمل أن تشكل ما يسمى بسطح التسوية التحاتية تم تقطيعه ضمن الجوانب الشرقية للقوس القطري والتي تشغلها تكوينات الرس، وطبقة أبروق Abarouq Member ويمتد - كما ذكرنا - إلى الشمال الغربي من الدوحة، وفي منطقتي الخور والذخيرة، وشبه جزيرة أبروق، وما يجدر ذكره في هذا المقام تركز العديد من الربوات والتلال الصغيرة التي تشغل الموقع ضمن هذه المناسيب.

ونلاحظ وجود استقامة واضحة في الخط البياني بين القمة الأولى والقمة التي تليهـا ومـا بعد القـمـة الثـانيـة، وهي (٣٤-٤٤) م، ولعل هذه الاستقـامة تعكس الانتظام والاستمرار النسـبي لتكوينات الدمام الأسفل وضمن محور القوس القطري، ويبدو أن تركز القمم ما بين (٣٤-٤٤) م في الخط البيانـي السابق يرتبط - مـن ناحيـة - بنطاقـات الحزوم ومـا يتخللها مـن أحواض مغلقة تعكس ميـزة مورفولوجية ثانـوية تتمثل في الانحدارات المعاكسة لانحدار السطح العـام، كما أنها ترتبط - من ناحية ثانية - ببـعض الحافات الصخـرية المصاحبة للعـديد من الأحواض التي تشكلت عن طريق الإذابة الكارستية.

٣- وإذا ما انتقلنا إلى تحليل قمم الخطين البيانيين في الفئات (٧، ٣) م، فإننا نلاحظ سطحا متقطعا ودون تركـز واضح لقمم الخط البياني في نطاقات معـينة، وخاصـة في فئة (٣) م، إذ يبـدو أن هذا السطح تأثر بأنماط من الشقـوق والمفاصل كـان لها دور في تكوين روافـد عكسية سـاهمت في التقـطيع الشامل للسطح من خـلال إبراز العديد من الدوائر الكنـتورية، وأن هذه الروافد كانت هزيلة لـدرجة أنها لم تستطع تعمـيق أوديتها في صخور الإيوسين الأسفل والأوسط لأسباب هيدرولوجية.

٤- كما تجدر الإشارة إلى أن التفصيلات التحاتية التي تعكسها الخطوط البيانية لفئات (٧، ٣)م قد ترتبط بها خصـائص مورفولوجية ليس بالضرورة أن تفصح عن مراحل تحاتية بارزة، أو أن لها عـلاقة ببعض القباب السنامية المفرغة ذات الصخـور التي تتفاوت في استجابتهـا لفعل عمليات النحت والتعرية، ومـا يتخلف عنها من سطوح تبدي بعض التـركز في القمم، ويقع مـا يمكن تبيُّـنه من تركز بين (٢٧، ٣٣)م في الخط البـيـاني لفئـة (٣)م، وبين (٥٧، ٦٣) م لخطي الفئتين (٧، ٣)م.

الإشارة الأولى الخاصـة بتركـز القمم بين (٢٧، ٣٣) م ترتبط ببـعض تلال الحجر الجيـري والدلومايت المتفقة مع النصف الشـمالي الأوسط من القوس القطري وخاصة تلك التي تتمشى مع خط عرض منطقتي الخور والذخيرة، **والإشارة الثانية**

للتركـز الذي يتضح ما بين (٥٧، ٦٣) م مع احتـمال ارتباطه بمرحلة تعرية حـديثة نسبيا، أثناء تفريغ بعض القباب، وتراجع الجدر الجرفية، فإنه تأثر بتكوينات الهفوف من الجراول والرمل القاري التي صـمدت أمام عمليات النحت فـاحتفظت بنوع من التحدب الواضح، ويتمثل ذلك في الجنوب القطري وخاصة منطقة الطوارات.

وعلى ضوء مـا تقدم يمكن أن نقـترح ثلاث مراحل تعـرية حدثت في شـبه جزيرة قطـر، وتم استخـلاصها من المنحنى والخطوط البيانية للقمم التكرارية هي:

١- مرحلة التسـوية والتقطيع التي حدثت لتكوينات الرس إلى الشـمال الغربي من الدوحة وتكوينات أبروق، وتتضح ما بين (١٠-٢٠) م، وما تلاها من عملية تفريغ وإزالة أجزاء مـن قُبَّة سمسـمه، وتراجع للحافات الصـخرية والجروف الساحلية في كل من منطقتي الخور والذخيرة وشبه جزيرة أبروق.

٢- مرحلة تمزق أجزاء من القوس القطري وجوانبه وتشكيل الحزوم والشظايا الصخرية التي تبدو على هيئة بريشيا أو كونجلوميرات، وتتركز ما بين (٢٧، ٣٣) م.

٣- مرحلة أحدث من المرحلتين السابقتين وتتركز ما بين (٥٧، ٦٣) م، وتشتمل على مرحلتين ثانويتين متتاليتين أو قد تكونان متلازمتين أحيانا، **الأولى** تمثلها عمليات التفريغ والهدم التي حدثت لبـعض تكوينات الميوسين والبليوسين، وتشكيل جدر صخرية شديدة الانحدار، **والثانية** تنحصر في انزلاق الكتل الصخرية.

سادسا: الأشكال الرملية الهوائية:

هي أشكال رسوبية من الرمـال المتباينة حجمـا وتوزيعا، لعبت الرياح الدور الرئيسي في تشكيلها، وتتمثل في نوعين: الغطاءات الرملية، والكثبان الرملية.

١- الغطاءات الرملية:

لاتقتصر الأشكال الرملية في تواجدها على الجنوب (خريطة رقم ٣-١)، بل تنتظم على هيئة غطاءات رمليـة تغطي الجزء الشمالي من شبه جـزيرة قطر فيما بين فويرط في الشمال ورأس أبو طعام في الجنوب، وينتشر هذا النوع في الجزء الغربي من قطر حيث تتـوغل داخل نطاق المرتفعات وتغطي الأجـزاء المنخفضـة في منطقة دخان، وتمتد لتشمل الأجزاء الجنوبية من سبخة دخان، وتتواصل من أم باب باتجاه الجنوب في أشرطة ضيـقة حتى الخرائج، حيث تتسع تارة وتنحـسر تارة أخرى إلى أن يتوقف امتدادها عند التقاء حزم النخش مع طريق الدوحة - أبوسمرة.

إلى الجنوب من نقطة الالتقاء هذه تظهـر الغطاءات الرملية على شكل عروق تشغـل منطقة وادي العـريق (العرايج) الذي تمتـد معـه نحو الجنوب حـتى الحدود القطرية، وقد تحـصر فيـما بينها وخـاصة إلى الجنوب من خط عرض غـار البريد مجموعة تلال المسحبـية أو ما تسمى بالخويمات، ويلاحظ أن هذه العروق تتسع في قطاعين يقع الأول إلى الـشمـال من «أبو سـمـرات العـريق»، ويتـفق الثـاني مع «مشاش بن شـافي»، وتتخلل غطاءات العريق الرملية مـخلفات وبقايا من رواسب السبخات، تتخذ في امتدادها أحيانا اتجاها عرضيا أو محوريا متقطعا، وتتفق أحيانا أخرى مع الامتداد الطولي لوادي العريق.

من أم المسام المقابلة لقليعات بن سعـيد يمتد باتجاه الجنوب الشرقي شكل آخر من الغطاءات الرمليـة هو «خـيوط روضـة الفـرس» تبدأ من الشـمـال على شكل فرشات رملية مـتصلة، تبرز وسطها تكوينات من الحجر الجيري والصلصـال المنتمية للدام الأسفل والعائدة للميوسين الأوسـط والأسفل، وهذا يعني أن الخيوط الرملية الأحدث عمـرا طمست ما يليها مـن تكويـات تقع أسفل منها وغطتهـا بقدر يفوق ارتفاعات قممها، وأبقت على المخلفات التي ترتفع كتلال شاهدة منعزلة توحي بأن الفرشات الرملية الخيطية نقلتها الرياح وأوضعتها في مواقعها الحالية (شكل ١-٣).

يخـتلف الشكل العام لخـيوط روضـة الفـرس ابتداء من كـبع الناقة باتجـاه الجنوب، فتظهر الأشكال ذات الأحجام الصغيرة من الكثبان الهلالية التي يبدو أنها وصلت - مع تشكل الجـانبين - إلى مـرحلة النضوج، وأعـني بالجانبين الكُسَـاح والصَبَّاب، إضافة إلى العديد من الكثبـان العرضية التي تشكلت مع توافر الهلالية الصغـيرة، حـيث التحمت هذه الكثـبان في مـوجات عرضـية ومتـتاليـة في اتجاه مُنْصَرَف الرياح مع وجود بعض الغطاءات الملازمة لها حتى منطقة غارب الضب.

٢- الكثبان الرملية:

تنتـشر الكثـبان الرمليـة في الجزء الجنـوبي من شـبه جـزيرة قطر وخـاصة النصف الشرقي منه (شكل رقم ١-٩)، وتنتظم الكثبـان الرملية في مجمـوعات على هيئـة نطاقات، تحـددها منطقة مثـلثة الشكل رأسهـا في الشمـال وعلى بعد (١٢)كم جنوب «أبو نخلة»، وقاعدتها التي ترتكز على الشريط السـاحلي الممتد من

مسيعيد حتى خور العديد بطول يبلغ في حدود (٥٣) كم، وضلعها الذي يتفق في امتداده مع خط أنابيب المياه إلى الجنوب من «أبو نخلة» حتى مسيعيد بطول (٣٢)كم، ويبلغ طول الضلع الثالث الذي يصل بين النقطة السابقة في الشمال وخور العديد في الجنوب حوالي (٥٦) كم، وعلى هذا الأساس تبلغ المساحة التي تشغلها هذه النطاقات (١٠٪) تقريبا من مساحة شبه الجزيرة.

ويتضح من الخريطة أن النطاق الشرقي من الكثبان الرملية يعتبر أهم النطاقات الثلاثة، وذلك من حيث المساحة، وتعدد الأشكال والأحجام والأنواع التي يضمها، وقد أطلق عليه السكان في قطر اسم «النِّقْيان»، فهناك عند رأس المثلث تنتشر مجموعة **نقيان أبو قطبتين**، وإلى الجنوب الغربي من عفجة مسيعيد يوجد **نقيان العفجة**، **ونقيان مسيعيد** تلك التي تمتد إلى الغرب من مصب الزيت، **ونقيان الونيَّة** الواقعة شمال خور العديد، **ونقيان البغلة** التي تمتد إلى الجنوب من خط عرض (٥٠َ ٢٤ْ) شمالا، وإلى الشمال من رأس المحارف المتوغل وسط البحيرة الجنوبية لخور العديد لحوالي (٣,٢) كم يوجد **نقا المحارف**.

يمتد **النطاق الثاني**: من «أم جرَّة» الواقعة إلى الجنوب من طوار الحريثي حيث طعس أم جرة حتى الحدود القطرية مرورا بمشاش أم جرة وأم عنز وأوقاب الطير والقرائن وأم دايفينا وكل من عقلة المناصير وسودانثيل، وهي عبارة عن كثبان رملية صغيرة في أحجامها إلا القليل، متناثرة في توزيعها، لم يصل الكثير منها إلى مرحلة النضوج بعد، ويطلق عليها كما هو واضح اسم «طعس وجمعها طعوس»، **والنطاق الثالث**: تمثله خيوط روضة الفرس، وقد نوهنا عنها سابقا وضمن الغطاءات الرملية، وبينا أن الكثبان تبدأ في الظهور إلى الجنوب من كبع الناقة.

أنواع الكثبان الرملية:

تختلف الكثبان الرملية في كثير من الخصائص الجيومورفولوجية، إذ تتباين في أبعادها (الطول، العرض، الارتفاع)، بقدر ما تتفاوت في انحداراتها، فبعضها يتميز بشدة انحداره، ومدى التغير الذي يطرأ على هذا النمط، ومن ثم على الشكل الذي تنفرد به سطوح بعضها عن البعض الآخر، لذا حاول كثير من المهتمين بدراسة الكثبان الاعتماد على هذه الأسس عند تصنيفها إلى أنواع مختلفة

سيرد ذكرهم فيما بعد، وبناء على ذلك تم التعرف على العديد من الأنواع والأحجام نفصلها في التالي:

(أ) الكثبان الهلالية:

تتخذ هذه الأنواع في اتجاهها نحو مُنْصَرف الرياح شكل الأهلة في منازلها الأولى، وتعرف الكثبان الهلالية «بالبرخان» Barchan Dunes (جمعها: برخانات وهي كلمة تركستانية)، يتكون هذا النوع إذا توافرت مجموعة من العوامل أهمها:

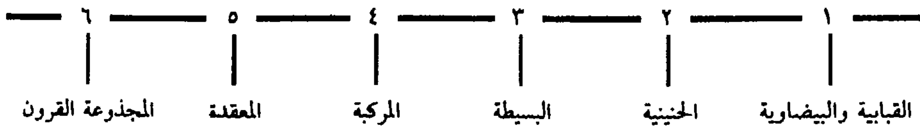
١- أن تهب رياح قوية من اتجاه واحد (McKee, 1979, p. 8) تزيد سرعتها على (٢٠ كم/ساعة)، وهذا ما ينطبق على الرياح الشمالية الغربية السائدة التي تهب على قطر.

٢- وأن يتميز السطح بتضاريس محلية منخفضة، وبانحدارات طفيفة وهي خصائص لمسناها أثناء دراستنا لطبوغرافية قطر.

٣- كما ينبغي أن تتوافر كميات من الرواسب الرملية السائبة (المفككة) بالقدر الذي يسمح بتكوين مثل هذه الأنواع من الكثبان.

إلا أن أي تغير في خصائص هذه العوامل يؤدي بالتالي إلى تعديلات في أشكال الكثبان الرملية (Breed, et al., 1979, p. 373)، وقد أمكن التعرف على ستة أشكال من الكثبان الرملية الهلالية في قطر (نبيل إمبابي ومحمود عاشور، ١٩٨٣، جـ١، ص٧٤)، يوضحها الرسم التخطيطي التالي:

أشكال الكثبان الهلالية



ولهذه الأشكال أنماط متباينة، **فالشكل القبابي** يتميز بأبعاد متساوية، وانحدارات جوانبه المتعادلة، وأعلى نقطة فيه تتمركز في الوسط. أما **الشكل البيضاوي** فإن طوله يفوق عرضه، وشكل الجانب الذي يقع في ظل الرياح يجنح إلى الاستقامة، ورغم هذا التباين فإن هذين الشكلين يمثلان مرحلة أولية في تكوين

الكثبان الهلالية (McKee, 1979, p. 98, Chap. E)، ومع توافر عناصر الاتفاق بين الأشكال الجنينيـة والكثبان الهـلالية في السـمات العامـة، إلا أن هناك اختـلافات واضحة تتمثل في أن قرون الأشكال الجنينية ما زالت صغـيرة، وتقوساتها خفيفة، وصباباتها الحقيـقية ما فتئت تحتفظ بالتحدب، ولذا تمثـل الجنينـيات مرحلة انتقالية بين الشكلين القبـابي والبيضـاوي من ناحية، وبين الشكل الهـلالي النموذجي من ناحية أخرى.

أما **الأشكال البسيطة** فتوحي بوصول الكثبـان الهلالية إلى مرحلة النضوج، حيث يسفر مظهرها العـام عن التناسق التام في الشكل رغم الاختلاف في الحجم. في حين تتميـز الأشكال المركبة بثلاثة أنماط: يعـتبر النمط الأول أكثـرها انتشارا في شبـه الجزيرة القـطرية، وينتج عن التحـام قرني الكثـيب بآخر بسـبب التبـاين في معدلات الحركـة تجاه منصرف الرياح، ويظهر **النمط الثاني** من الأشكال المركبة في الجزء الشرقي من نطاق الكثبان الرملية، وهو عبارة عن كثيب كبير وعدد من الكثبان الصغيرة مـا برحت في مراحل تكوينها الأولى، وتعرف حسب مـا ذكر كوك باسم دراع Draa (Cooke and Warren, 1973, p. 282)، أما **النمط الثالث** الذي يتكون من كثيب هلالي وآخر ذيلي فقليل الانتشار؛ لأن احتمالات تكوينه ضعيفة.

تتميز **الأشكال المعقدة** من الكثبان الهلالية بأحجامهـا الكبيرة، وتعدد قممها وصباباتهـا، وارتفاعاتها التي تزيد على (٤٠) م، وأبعـادها التي تصل إلى حوالى كيلو متر واحد (**نبيل إمبابي ومحمود عاشور، ١٩٨٣**، ص٨٤)، كما أنها عريضة القرون، وتفتقر إلى الانتظام في شكلها، بـحيث تبتعد عن الشكل الهلالي، وربما تتحـول إلى الأنواع العريضـة إذا التحمـت مع كثبـان من نفس الشكل أو أشكال أخرى (Breed and Grow, 1979, Chap. J. p. 269)، ويدل هذا على أن الكثـبان الهلالية المعقـدة تكونت على مدى فترة زمنية طويلة، وأنها في حـركتها السنوية لا تنتقل سوى بضعة أمتار، لذا تمثل مـرحلة متأخرة جدا من مراحل تكوين الأشكال الرملية، وهي مـرحلة الشيـخوخة. أمـا الأشكال الرملية ذات القرون المجـذوعة فترتبط بمنسوب المياه العالي الذي قد يصل إلى حضيض الصباب، وهي بهذا تنتشر على طول السواحل الجنوبية الشرقية لشبه جزيرة قطر.

(ب) الكثبان الطولية:

تعرف هذه الأنماط الضخمة في الصحراء الأفريقية باسم «الغرود» وهي مرحلة تالية لنشأة الكثبان الحلزونية (صلاح بحيري، ١٩٧٢، ص٦٥)، والكثبان الطولية في قطر عبارة عن تجمعات رملية كبرى من أنواع السيف، وتتميز عن الكثبان الهلالية بأن امتدادها يتفق مع اتجاه الرياح السائدة، فكلما كانت الرياح شديدة السرعة، كانت الكثبان السيفية كبيرة، وكانت المسافات التي تفصل بينها عظيمة (McKee, 1979, Chap. E, P. 103)، لذا فإنها أكثر طولا من الكثبان الهلالية، وأن شكل الكثيب يشوبه التشوه وخاصة في البنية الأصلية على نحو تخرجه من دائرة النمط الهلالي، وذلك بأن يمتد أحد قرنيه أكثر من مثيله نتيجة تقابل تيارات هوائية متصارعة، فتتحول الصورة الهلالية إلى صفوف متوازية تبدو كما لو كانت مندمجة، فتظهر أولى مراحل ميلاد الكثبان الهلالية المركبة التي سبقت الإشارة إليها، فإذا زادت استطالة القرن كانت تلك بداية ظهور حافات كثيبية طولية، وقد تعرض باجنولد في دراسته لتطور كثبان السيف عن الأنواع الهلالية البسيطة (Bagnold, 1941, pp. 222-224).

ومع مرور الزمن يظهر للكثبان الطولية عدد من القمم تقع على طول خط يوازي هبوب الرياح السائدة، وأشهرها في شبه جزيرة قطر تلك التي يتراوح ارتفاعها ما بين (١٥-٣٥) م وتوجد منتشرة على بعد (١٠) كم إلى الغرب من مصب الزيت بمسيعيد، وتمتد لمسافة (١٥) كم، وإلى الجنوب من مصب الزيت تظهر سلسلتان من الغرود الرملية، تشكلان العمود الفقري لنقيان قطر، تجاورهما وقد تلتحم معهما كثبان هلالية مشوهة، وتمتد هذه الظاهرة محتضنة الساحل أو قريبة منه لمسافة (٢٢) كم، تتخللها مساحات من رواسب السبخات.

ومهما يكن من أمر فإن للكثبان الطولية (الغرود) أنماطا متباينة منها: المتفرع والمتوازي والمتعرج، وجميعها في حركة دائمة، ولعل هذا يمثل أحد العوامل التي تؤدي إلى التغير المستمر في هيئة الأرض، وتهدد في كثير من الأحيان مناطق الاستقرار والزراعة في الروضات والمنخفضات، وتطغى في أحيان أخرى على الطرق وتطمس معالمها.



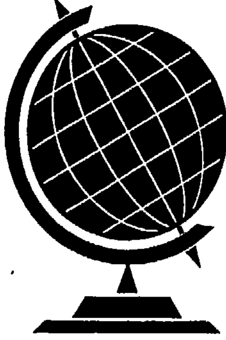
(جـ) الكثبان العرضية:

توجد هذه الكثبان على هيئة موجات رملية متتالية، تكون عمودية على اتجاه الرياح السائدة، وتعرف أحيانا باسم عكل Akle، (Cooke and Warren, 1972, p. 305) وتتكون حيث السطوح التي تتميز بانحدارات خفيفة، والمناطق التي تتوافر فيها كميات من الرمال، أو تلك التي تنتشر فيها الكثبان الهلالية ذات الأحجام الصغيرة (Fryberger, 1979, Chap. F, p. 151)، لأن مثل هذه الأحجام تتحرك بسهولة في اتجاه منصرف الرياح، مما يؤدي إلى التحامها مع بعضها جانبيا، فتبدو وكأنها حافات Ridges (حرفية الانحدار)، ولكنها برخانية الشكل Barchan-oid، (McKee, 1979, Chap, E, p. 93).

يتمثل هذا النوع في منطقتين (**شكل رقم ١-٩**)، **الأولى في منطقة** سبخة مسيعيد، بينما توجد **الثانية** في نطاق السبخات على طول الحدود الجنوبية، وخاصة سبخة الخفوس وسبخة سودانثيل، وتشير الخريطة إلى أن الكثبان العرضية تتفاوت في طول موجاتها، إذ يبلغ هذا الطول في نهاية النطاق الشرقي لمنطقة سبخة الخفوس إلى حوالي (٥٠٠) م، بينما يتراوح طول الموجة بين (١٠٠-٢٠٠) م غربي سبخة الخفوس (**نبيل إمبابي ومحمود عاشور، ١٩٨٣، ص٩٣**)، ويوحي هذا بأن الكثبان العرضية تتفاوت في عمرها الجيولوجي، بمعنى أن الكثبان ذات الموجات الكبيرة أقدم في عمرها من الكثبان ذات الموجات الصغيرة، وأنها تتميز بثبات قاعدتها، وبحركة الرمال المستمرة على سطوحها، شأنها في ذلك شأن الكثبان الطولية أوالهلالية المعقدة والموجودة فوق سبخة مسيعيد.

(د) الكثبان الميتة (المتحجرة):

وهي نوعان: **النوع الأول**: ويمثل الأشكال التي تحجرت، وتمتد كبقايا تلال على طول بعض قطاعات الساحل الشرقي (راجع التلال المتحجرة)، **أما النوع الثاني**: فيمثل الأشكال الثابتة التي لم تصل بعد إلى درجة التحجر، هذه الأشكال أكسبتها ظروف الموضع سمات خاصة، إذ عملت هذه الظروف على تماسك حبيبات الرمال عند قاعدة الكثيب وتثبيتها، في حين تسعى الرياح إلى إزالة الرمال واكتساحها من على السطح وتخفيض الكثيب، وينتشر مثل هذا النوع في مناطق السبخات وخاصة في البحيرة الشمالية من خور العديد.



الفصل الرابع

مناخ دولة قطر

أولا: العوامل المؤثرة في مناخ قطر.

ثانيا: دراسة لعناصر المناخ في قطر.

أولا: العوامل المؤثرة في مناخ قطر:

تتأثر الأحوال المناخية في قطر بمجموعة من الضوابط، تتحكم في عناصرها مجتمعة وبدرجات متفاوتة، والتي بدورها تعمل (أعني عناصر المناخ) على خلق أنواع متمايزة من الطقس والمناخ، وتفرز خصائص قد تختلف نسبيا عن المناخات الصحراوية من الرطوبة والتباين في درجات الحرارة والأمطار، ومن هذه الضوابط ما يلي:

١- موقع قطر من دوائر العرض:

تحتل قطر منتصف الساحل الشرقي لشبه جزيرة العرب، حيث تبرز كلسان صخري وسط مياه الساحل الجنوبي الغربي للخليج العربي، وتمتد بين خطي عرض (٢٢″ ١٨′ ٢٤°، ٣٠″ ١′ ٢٧°) شمالا، وخطي طول (٣٠′ ٥٠°، ٩″ - ٣′ ٥٣°) شرقا، ولهذا الموقع دور رئيس في تحديد الزاوية التي تسقط بها أشعة الشمس ومدى اتساعها من ناحية، وفي تحديد طول فترتي الليل والنهار، وعدد ساعات سطوع الشمس على مدى الفصول المختلفة من ناحية ثانية، ويظهر هذا الأثر بوضوح في فصل الصيف، إذ تبلغ مدة ظهور الشمس فوق الأفق في هذه العروض ما بين ١٣ ساعة، ٢١ دقيقة إلى ١٣ ساعة، ٤١ دقيقة، بينما قد تصل إلى ١٠ ساعات، ٤٥ دقيقة في أشهر الشتاء، ولما كانت قطر قريبة من دائرة السرطان (٥، ٢٣°)، بحيث لا يفصلها عنها سوى درجة عرضية واحدة تقريبا، فإن زاوية سقوط أشعة الشمس عليها في فصل الصيف تكاد تكون قريبة جدا من الوضع العمودي (٩٠°) وقت الزوال، الأمر الذي يضع قطر ضمن المناخ المداري الحار، وسيتضح ذلك عند دراسة الإشعاع الشمسي.

٢- موقع قطر من كتل اليابس والماء:

من خصائص موقع قطر كشبه جزيرة وبروزها وسط مياه الخليج، أنها تتأثر بكتلتين عظيمتين من اليابس، فإلى الغرب منها تمتد كتلة الجزيرة العربية والكتلة الأفريقية، وإلى الشرق والشمال تمتد كتلة إيران والكتلة الآسيوية ذات الاتساع العظيم، ودولة قطر قياسا بهذه المساحات العظيمة التي تغطيها هاتان الكتلتان تبدو ضئيلة جدا، لذا فإنها تخضع تماما لمؤثراتهما (يظهر ذلك عند دراسة عناصر



المناخ)، كما أن مساحة الخليج العربى صغيرة بالقدر الذي يبدو أنها لا تؤثر تأثيرا محسوسا في درجات الحرارة، إذ قد تتساوى تقريبا درجات الحرارة في معظم المناطق المطلة على مياه الخليج العربي، كما أن الفروق الحرارية بين مختلف أنحاء قطر تكاد تنعدم نسبيا.

بيد أن أثر الخليج العربي يظهر بوضوح في نسبة الرطوبة، فنجد أن الرطوبة النسبية في محطة العريش الواقعة في الطرف الشمالي الغربي لشبه جزيرة قطرتبلغ (٦٩٪) كمعدل سنوي، في حين أنها لا تزيد على (٥٨٪) في موقع رصد العطورية الواقع في وسط قطر، وعليه فإن قطر بحكم ضعف المؤثرات البحرية يسودها نسبيا نظام قاري، اللهم إلا في أوقات محدودة، عندما تندفع الكتل الهوائية المدارية الرطبة Tropical Mist Air Masses من المحيط الهندي وبحر العرب باتجاه المنخفضات الجوية التي تتعرض لها قطر، وهي مؤثرات مدارية تعمل على ارتفاع درجات الحرارة وزيادة نسب الرطوبة في الجو، ورغم عظم المساحة التي تفصل قطر عن البحر المتوسط والمحيط الأطلسي، فإنها تخضع لمؤثراتهما البحرية، إذ تسيطر على قطر أثناء أشهر الشتاء المنخفضات الجوية ذات المصدر الأطلسي والمتجددة فوق المتوسط، فتجلب معها مسببات الأمطار الشتوية الإعصارية التي تسقط على أنحاء متفرقة من شبه جزيرة قطر، بينما تنعدم آثارها ويسود الجفاف شبه الجزيرة بقية شهور السنة.

٣-التضاريس:

تبين من دراسة طبوغرافية قطر أن السطح فيها يتألف في معظمه من هضبة مستوية، تتخللها بعض التلال والقمم Peaks التي لا يزيد معدل ارتفاعها في الغالب على (٥٠) مترا، يستثنى من ذلك بعض أجزاء القسم الغربي والجنوبي الغربي، حيث يتراوح المنسوب بين (-٥) مترا في سبخة دخان، (١٠٣) مترا في طوير الحمير، ولهذا التفاوت في الارتفاع آثاره البسيطة في انخفاض درجات الحرارة، فموقع رصد العطورية الذي يرتفع (٣٤) مترا عن سطح البحر تبلغ معدلاته الحرارية (٢٦,٥) م، بينما تبلغ في الدوحة التي ترتفع (١١) مترا عن سطح البحر (٢٦,٧) م.

وإلى جانب ذلك فقد يكون للارتفاع أثره في توزيع الأمطار وكمياتها في قطر، فموقع رصد روضة الفرس الذي يتفق مع خط عرض ٤٩َ ٢٥ْ ويرتفع (١٤) مترا عن سطح البحر، يستقبل من الأمطار ما معدله السنوي (٩٦,٢) مم، في حين يسقط على الرويس التي تقع إلى الشمال من روضة الفرس وعلى ارتفاع (٤,٥) مترا حوالي (٧٧,٦) مم، ولا يعني هذا أن تغدو بالنسبة لشبه جزيرة قطر قاعدة عامة؛ لأن انخفاض درجات الحرارة أو ارتفاعها، وتفاوت كميات الأمطار في مواقع الرصد المختلفة يرجع - بالإضافة - إلى تأثير اليابس والماء، إلى طبيعة الأمطار الإعصارية العشوائية، ومسار المنخفضات الجوية، وإمكانية نشاط تيارات الحمل الصاعدة التي تسبب أمطارا انقلابية Convectional Rain Falls في بعض مناطق قطر.

٤- الكتل الهوائية:

تخضع قطر ومنطقة الخليج العربي لكتلة هوائية عظيمة الاتساع، تتمركز فوق القارة الآسيوية في فصل الصيف، إذ تتميز هذه الكتلة بالارتفاع الشديد في درجات الحرارة، فتهب على قطر رياح شمالية جافة، خالية من الأمطار، بينما تصبح قطر ومنطقة الخليج في فصل الشتاء ملتقى مجموعة من الكتل الهوائية والانخفاضات الجوية تأتيها من مناطق نشأتها فوق المحيط الأطلسي عبر مضيق جبل طارق وممر كركسون، ويتجدد نشاطها فوق مياه البحر المتوسط، ثم تستمر بالاتجاه شرقا مخترقة جنوب الأردن فالعراق حتى رأس الخليج العربي الذي يتفق مع خط عرض ٣٠ْ شمالا فتجذبها مناطق الضغط المنخفض المتمركزة فوق الجزء الجنوبي من الخليج العربي، وأكثر من ذلك فإن المنخفضات الجوية والكتل الهوائية لا تقتصر في وصولها على هذه المنطقة، بل تتعداها باتجاه الشرق حتى الباكستان، ويعظم أثر الكتل الهوائية والمنخفضات الإعصارية إذا اتحدت مع تلك القادمة من السودان عبر شبه الجزيرة العربية، وتتحرك المنخفضات الجوية والكتل الهوائية بصفة عامة من الغرب إلى الشرق؛ لأنها ذات علاقة بالغربيات Westerlies، بعكس الأعاصير المدارية Tropical Cyclones التي تتحرك من الشرق إلى الغرب مع التجاريات The Trades التي تسود تلك العروض.

ونظرا لأن هذه المنخفضات تمتد على محور طولي، تغطي منطقة الخليج العربي من دلتا نهر الفرات حتى الجزء الجنوبي منه، فإن الرياح بالتالي تندفع نحو هذا المنخفض من جميع الاتجاهات وتدورحول مركزه بتأثير من حركة الأرض الدورانية حول نفسها Coriolis Force وتكون حركة الرياح بعكس اتجاه عقارب الساعة (لموقع قطر في النصف الشمالي) حسب قانون فرل Ferrel's Law، وتتميز الرياح بقوتها، إلا أن ذلك يتوقف على شدة انحدار الضغط Pressure Gradient أحيانا، كما أن المنطقة تنتابها فترات تضطرب في أثنائها الأحوال الجوية.

ولهذا تتعرض قطر لهبوب رياح شمالية وشمالية غربية تتميز بالبرودة النسبية؛ لأنها قادمة من جهات أبرد، ولرياح جنوبية وجنوبية شرقية دفيئة قادمة من مناطق أكثر دفئا، وهنا تتشكل فوق المنطقة نتيجة لذلك خطوط جبهوية Fronts تلتقي عندها كتلتان هوائيتان، إحداهما دافئة، وهي مدارية قارية (cT) أو مدارية بحرية (mT)، والأخرى باردة وهي قطبية قارية (cP) أو قطبية بحرية (mP)، وأثناء الالتحام تحاول الكتلة الهوائية الدفيئة الاندفاع فوق الكتلة الهوائية القطبية القارية الباردة، مما ينتج عنها سقوط أمطار غزيرة فوق المنطقة، ولهذا يمكن القول بأن مناخ قطر شتاء ما هو إلا معدل الأحوال الجوية التي تنجم عن وجود كتلتين هوائيتين تختلفان في خصائصهما وصفاتهما المكتسبة، وما يصحب وجودهما من آثار.

٥- التيارات البحرية:

للتيارات البحرية آثار مناخية غاية في الأهمية تختلف باختلاف طبيعتها، فهي إما أن تكون دفيئة فتعمل على تدفئة السواحل التي تمر بها، وإما أن تكون باردة فتؤدي إلى خفض درجات الحرارة، والتيارات البحرية التي تسود الخليج العربي وتمر بسواحل قطر لم يتوافر عنها إلا القليل من المعلومات، ومع ذلك يمكن القول بأنها ترتبط ارتباطا وثيقا بتيارات المحيط الهندى وبحر العرب، وبالرياح السائدة في الخليج العربي، كما أن لها علاقة بتيارات المد Tidal Streams.

تنشأ التيارات البحرية في الخليج العربي نتيجة عدة عوامل منها: الرياح السائدة التي تعتبر في الواقع من أهمها على الإطلاق، على أن هناك عوامل أخرى تؤدي إلى تغيير اتجاهات التيارات البحرية في الخليج نذكر منها: أثر دوران

الأرض التي تعمل على انحراف التيارات البحرية إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي، والعكس في النصف الجنوبي، واعتراض كتل اليابس لها يعمل على تحويلها إلى تيارات ساحلية Littoral Currents، (Wilson, p. 11)، ولهذا تختلف تيارات البحار شبه المغلقة عن نظام التيارات البحرية في المحيطات والبحار المفتوحة.

في فصل الصيف الشمالي، خاصة بين مايو وسبتمبر، تعمل الرياح الموسمية Monsoon الجنوبية والجنوبية الغربية في المحيط الهندي على دفع المياه السطحية عبر خليج عمان فمضيق هرمز إلى الخليج العربي، حيث يرتفع مستوى المياه في الخليج على إثر ذلك بمقدار **قدم واحد**، وتزداد سرعة التيارات البحرية المندفعة صوب الخليج على **ستة أميال/ اليوم** (٩,٦٥٤ كم/ اليوم)، ويرجع ذلك إلى تزايد عمليات البخر في مياه الخليج العربي (Wilson, p. 11).

ويظهر أثر التيارات البحرية بوضوح على السواحل الغربية للخليج العربي، إذ تعمل - إضافة إلى الموقع الفلكي وتعامد الشمس - **على زيادة درجات الحرارة** على طول السواحل التي تمر بها؛ لأنها آتية من الجنوب، فمدينة الدوحة الواقعة في منتصف الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، تبلغ درجة حرارتها الشهرية (شتاء) (١٨°) مئوية، بينما تتراوح ما بين (٣١-٣٥°) مئوية (صيفا)، وبالمقابل فإن درجة حرارة أشهر الشتاء في موقع رصد «أبو سمرة» الواقع عند الطرف الجنوبي الغربي لقطر تبلغ حوالي (١٧°) مئوية، بينما تتراوح في أشهر الصيف بين (٣٠-٣٣°) مئوية.

أما أثر التيارات البحرية القادمة من الجنوب على **الرطوبة النسبية**، فإنها تعمل على زيادتها زيادة طفيفة على طول السواحل الشرقية لقطر، ويظهر ذلك من مقارنة متوسط الرطوبة النسبية لمدينة الدوحة التي تبلغ (٥٩,١٪) مع متوسط الرطوبة النسبية لموقع رصد العطورية الواقع في الداخل والذي لا يزيد على (٥٨٪)، أما أثرها على **الأمطار** فيكاد يكون معدوما؛ لأن الأمطار في قطر والخليج العربي ذات علاقة قوية بوصول المنخفضات الجوية الإعصارية من مناطق نشأتها أثناء فصل الشتاء.

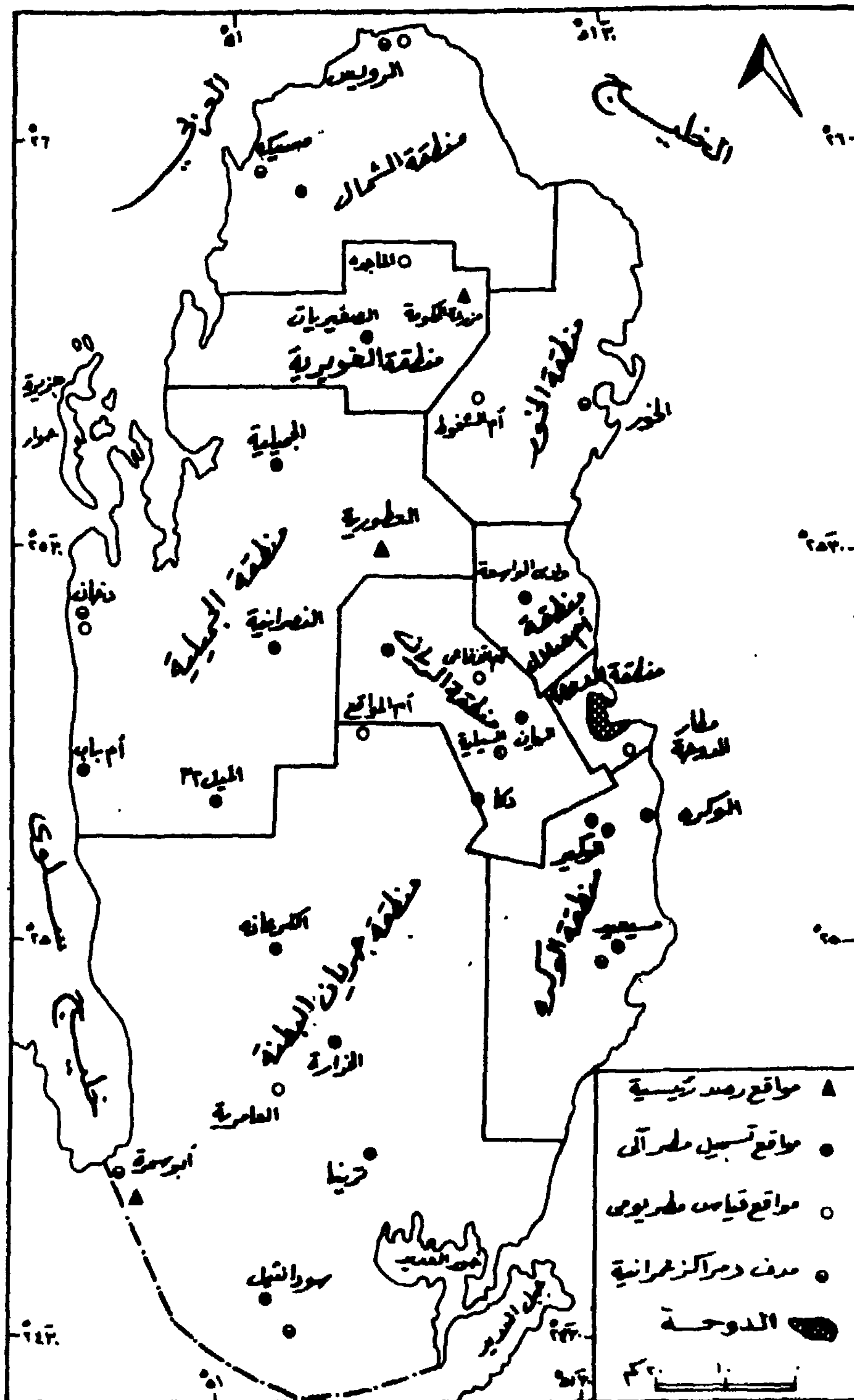
وفي **فصل الشتاء**، وبالتحديد من بداية أكتوبر، يتغير اتجاه التيارات البحرية تغييرا تاما؛ إذ تعمل الرياح الشمالية والشمالية الغربية السائدة على دفع المياه



السطحية باتجاه الجنوب والجنوب الشـرقي، وتتميز هذه التيارات ببرودتهـا النسبية؛ لأنها قادمة من مناطق أبرد، فتعمل على تلطيف الجو وخفض درجات الحرارة على طول السواحل القطرية التي تمر بها، كما أنها تتسبب في تكوين الضباب والشبورة Mist التي تعتبر من الظاهرات المناخية السائدة في تلك العروض أثناء الشتاء، وغالبا ما يكون الضباب كثيفا لدرجة قد يحجب الرؤيا لمسافات، ويتسبب في كثير من الحوادث المرورية، ومهما يكن من أمر فإن التيارات البحرية داخل حوض الخليج العربي ليس لها آثار مباشرة على عناصر المناخ؛ لأن الخليج العربي يتميز -كما ذكرنا- بمساحة صغيرة، وهو عامل قد يحد من أثر التيارات البحرية فيه.

ثانيا: عناصر المناخ:

حظيت التقلبات المناخية في الآونة الأخيرة باهتمام كبير من المسؤولين في دولة قطر، تمشيا مع ما توليه منظمة الأرصاد العالمية، ومؤسسات الأمم المتحدة، والمؤسسات العلمية الحكومية والخاصة، فنشرت العديد من مواقع الرصد (خريطة رقم ٤-١) وزودتها بأدوات قياس حديثة ومتعددة، واهتمت بقياس مختلف عناصر المناخ من إشعاع شمسي وعدد ساعات سطوع الشمس ودرجات الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر وكميات الهطول، وضمّنت نشراتها العديد من الرسومات البيانية، وتشرف على جميع هذه المواقع إدارة البحوث الزراعية والمائية التابعة لوزارة الشؤون البلدية والزراعة، باستثناء موقع رصد مطار الدوحة الدولي فتشرف عليه إدارة الأرصاد الجوية التابعة لوزارة المواصلات والنقل، وقد تبين أثناء استعراض البيانات المطلوبة وجمعها وتبويبها أن هناك خمسة مواقع رصد رئيسة، انفردت بتسجيل جميع عناصر المناخ، وكان لعنصر الأمطار حظ أوفر من الاهتمام، حيث يغطي دولة قطر (٣٠) موقعا للرصد موزعة على النحو التالي:



شكل رقم (٤ - ١)

خريطة توزيع مواقع الرصد حسب المناطق في شبه جزيرة قطر

جدول رقم (٤-١)

أهم مواقع رصد عناصر المناخ في قطر

م	موقع الرصد	عناصر الرصد	عدد السنوات	م	موقع الرصد	عناصر الرصد	عدد السنوات
١	الرويس	هطول	٢١	١٦	وادي الواسعة	هطول	١٩
٢	روضة الفرس*	جميع العناصر	٢١	١٧	أم سيكة	هطول	٢١
٣	الصفيريات	هطول	١٩	١٨	العطورية	جميع العناصر	١٣
٤	النصرانية	هطول	٢١	١٩	الماجدة	هطول	٢١
٥	أم باب	هطول	٢١	٢٠	أم الشخوط	هطول	١٩
٦	ميل ٣٢	هطول	٢٠	٢١	دخان	هطول	٢١
٧	دكا	هطول	١٩	٢٢	أم الأفاعي	هطول	١٩
٨	الجميلية	هطول	١٦	٢٣	أم المواقع	هطول	١٩
٩	مسيعيد	جميع العناصر	٢٠	٢٤	السيلية	هطول	٢١
١٠	الكرعانة	هطول	٢١	٢٥	الوكير	هطول	١٩
١١	الخرارة	هطول	٢١	٢٦	روضة هرمة	هطول	٨
١٢	العامرية	هطول	٢٠	٢٧	وادي العريق	هطول	٨
١٣	ترينا	هطول	٢١	٢٨	منتزة الدوحة	هطول	٨
١٤	أبو سمرة	جميع العناصر	١٧	٢٩	مطار الدوحة	جميع العناصر	٣٣
١٥	سودانثيل	هطول	١٤	٣٠	الخور	هطول	٨

* روضة الفرس بديل مزرعة الحكومة.

وقد استعنا بالسجلات المناخية لحوالي (٢٦) موقعا للرصد بينها الخمسة الرئيسة المتمثلة في مواقع رصد: الدوحة - روض الفرس - العطورية - أبو سمرة - مسيعيد، واستثنينا: روضة هرمه - وادي العريق - منتزه الدوحة - الخور لعدم تلبيتها للغرض، وفيما يلي دراسة تحليلية لأهم عناصر المناخ:

١- الإشعاع الشمسي وحرارة الهواء:

(أ) الإشعاع الشمسي:

تعتبر الشمس المصدر الرئيسي لحرارة الغلاف الجوي، وتسمى الأشعة الصادرة منها والمتجهة نحو سطح الأرض بالإشعاع الشمسي Solar Insolation،

فيما يطلق على الذي يرتد من سطح الأرض بالإشعاع الأرضي Terrestial Radiation، ويبدو أن الإشعاع الأرضي هو الذي يقوم بتسخين الهواء الجوي من أسفل إلى أعلى (Barry and Chorley, 1971, pp. 26-29) مستعينا في ذلك بالغازات الثقيلة مثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وكذلك الأتربة العالقة بالجو، ونظرا لموقع قطر في العروض المدارية، فإنها تستقبل من الإشعاع الشمسي ما نسبته (٥٨,٤٪) في الفترة بين أبريل ونهاية سبتمبر، وتتوقف هذه الكمية على ظروف الجو وحالته، ومدى تلبده بالغيوم، وعدد ساعات سطوع الشمس، وزاوية ميل الأشعة الساقطة على سطح قطر.

ومن المنحنيات البيانية (شكل رقم ٤-٢) نلاحظ التالي:

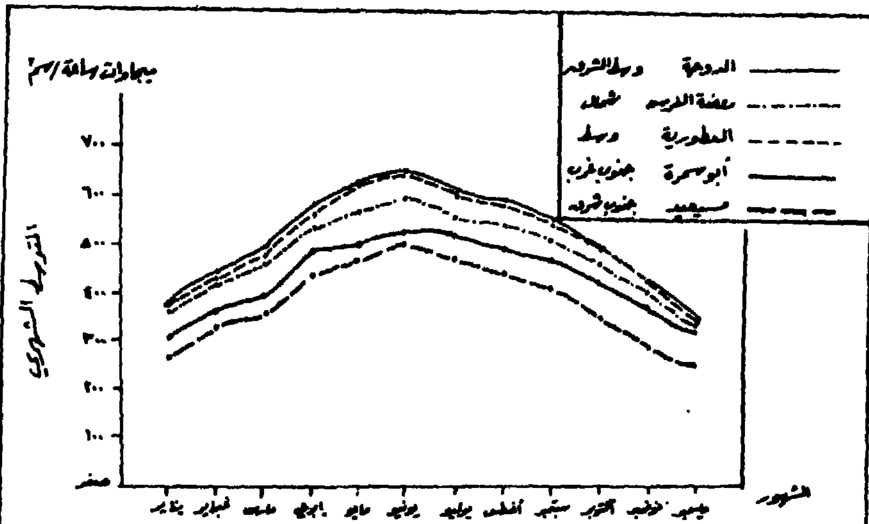
١- يبلغ المعدل السنوي للإشعاع الشمسي (٤٥٨,٥) ميغاواط ساعة/ سم٢.

٢- يتضح أن أقصى كمية من الإشعاع الشمسي في جميع مواقع الرصد تتمثل في شهر يونيو عندما تسقط أشعة الشمس بزاوية عمودية على مدار السرطان في ٢١ يونيو (الانقلاب الصيفي)، بينما تبلغ أدناها في ديسمبر (الانقلاب الشتوي) حيث تكون الشمس عمودية على مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي.

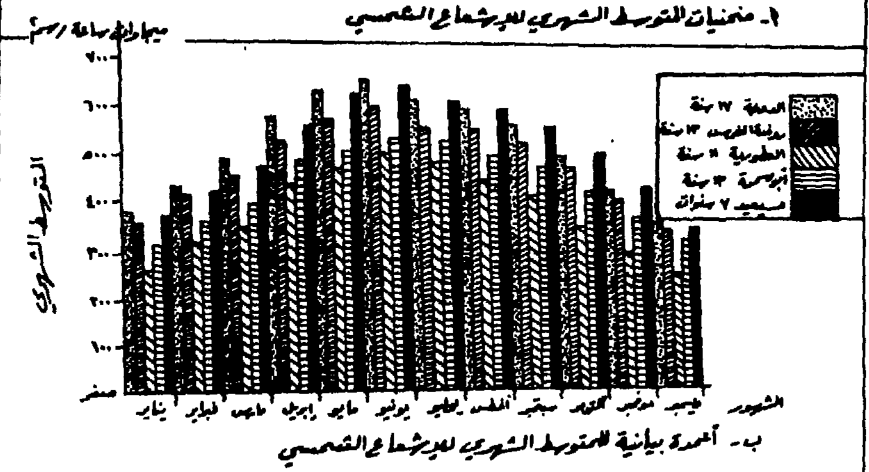
٣- يلاحظ أن موقع رصد الدوحة سجل أقصى كمية من الإشعاع الشمسي في يونيو بلغت (٦٤٧,٥) ميغاواط ساعة/ سم٢، في حين سجل موقع رصد العطورية أدنى كمية في ديسمبر بلغت (٢٤٠) ميغاواط ساعة/ سم٢.

٤- يبدو أن سطح الأرض في قطر يكتسب أكبر كمية من الإشعاع الشمسي خلال الفترة الممتدة من نهاية إبريل حتى نهاية سبتمبر (فترة الصيف) حيث تبلغ النسب حسب ترتيب مواقع الرصد في الشكل في حدود: (٥٨,٤٪، ٥٧,٥٪، ٥٩,٩٪، ٥٧,٨٪، ٥٨,٤٪) على التوالي، في حين تتقاسم بقية الأشهر النسب الباقية التي تتراوح بين (١٩٪-٢٢٪).

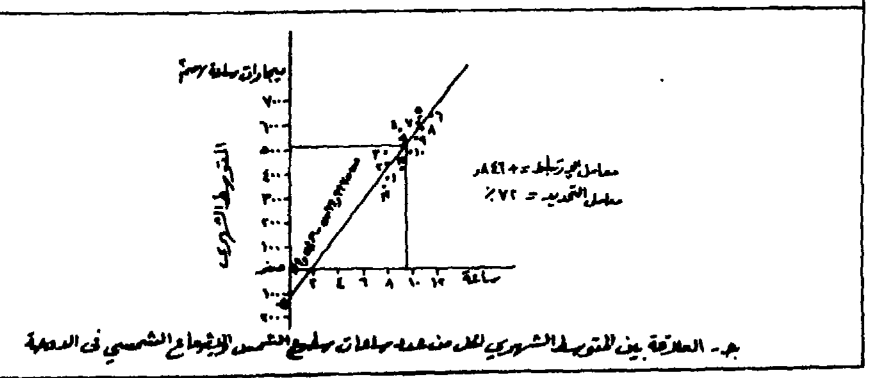
٥- تتفاوت المعدلات السنوية في كمية الإشعاع الشمسي من سنة إلى أخرى تفاوتها من شهر إلى آخر ضمن موقع الرصد الواحد والجدول التالي يوضح ذلك:



أ- منحنيات المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي



ب- أعمدة بيانية للمتوسط الشهري للإشعاع الشمسي



جـ- العلاقة بين المتوسط الشهري لكل من عدد ساعات سطوع الشمس والإشعاع الشمسي في الدوحة

شكل رقم (٤ - ٢)

خصائص المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي وعلاقاته لمواقع رصد مختارة

جدول رقم (٤-٢)

بعض الخصائص التي تتفرد بها مواقع رصد الإشعاع الشمسي

موقع الرصد / البيان	الدوحة	روضة الفرس	العطورية	أبوسمرة	مسيعيد
أكثر السنوات	١٩٧٦	١٩٨٩	١٩٨٤	١٩٩٠	١٩٩٠
كمية الإشعاع	٥٤٧,٨	٤٩٢,١	٣٩٢	٥٠٠,٧	٥٣١,٧
أقل السنوات	١٩٩١	١٩٩١	١٩٩١	١٩٩١	١٩٨٤
كمية الإشعاع	٤٢٣	٣٨٥,٧	٣٢٩,٩	٣٨٥,٨	٤٦٥,٣
أكثر السنوات	يونيو ١٩٧٦	يونيو ١٩٨١	يونيو ١٩٨٨	يوليو ١٩٨٠	يونيو ١٩٨٦
كمية الإشعاع	٧٣٥,٤	٦٤٧,٥	٥٧٨	٦٧٤	٦٦٥,٣
أقل السنوات	ديسمبر ١٩٩٢	يناير ١٩٨١	ديسمبر ١٩٩٢	ديسمبر ١٩٩٢	ديسمبر ١٩٨٤
كمية الإشعاع	٢٨٣,٧	٢٩١,٢	٢١٢,٢	٢١٨,٩	٢٨٧,٩

ومنه يتبين أن جميع مواقع الرصد باستثناء مسيعيد تتفق في أن عام ١٩٩١م كان أقل السنوات في كمية الإشعاع رغم تفاوت قيمها بين موقع رصد وآخر، وأن شهري يونيو وديسمبر بغض النظر عن سنة الرصد من أكثرها وأقلها استقبالا للإشعاع الشمسي على التوالي.

٦- ومن (شكل رقم ٤-٢أ) يتضح أن موقع رصد الدوحة سجل أكبر المتوسطات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي، يماثلها في ذلك موقع رصد مسيعيد، في حين سجل موقع رصد العطورية أقلها على الإطلاق، ونلاحظ أن كمية الإشعاع الشمسي تعظم على الساحل الشرقي (الدوحة)، وتقل على الساحل الغربي (أبو سمرة) وفي الوسط (العطورية، وروضة الفرس)، وتفسير ذلك يكمن في أن مواقع رصد أبو سمرة والعطورية وروضة الفرس ترتفع فيها نسبة الرطوبة، وتتشكل فوقها سحب كثيفة نسبيا، ويتواجد فيها غطاء نباتي، وتتعرض جميعها وخاصة أبو سمرة لهبوب الرياح الغربية والشمالية الغربية، مما يقلل من شدة الإشعاع.

٧- من **(شكل رقم ٤-٢أ)** يتبين أن المتوسط الشهري لكمية الإشعاع الشمسي يتدرج في الارتفاع من شهر يناير حتى يظهر على شكل قمة واضحة في شهر يونيو، ثم يأخذ في التناقص إلى أن يبلغ أدناه مرة أخرى في شهر ديسمبر، ولما كان الإشعاع الشمسي يتوقف على عدد ساعات سطوع الشمس في أي موقع رصد، فإن قمة الإشعاع الشمسي تبلغ أوجها عند الزوال، أما الإشعاع الأرضي فإنه يحدث طول النهار والليل، ولا يرتبط بعدد ساعات سطوع الشمس، فضلا عن أن له قمة عند الساعة الخامسة ظهرا، وقاعا عند الساعة الخامسة من صباح اليوم التالي وقبل شروق الشمس، هذا التحليل يقودنا إلى التأكيد على وجود علاقة طردية (موجبة) بين عدد ساعات سطوع الشمس كمتغير مستقل (x)، والمتوسط الشهري لكمية الإشعاع الشمسي كمتغير تابع (y) لموقع رصد الدوحة **(شكل رقم ٤-٢جـ)**، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما (+٨٤٦, ٠)، بمعامل تحديد يساوي (٧٢٪) أي أن (٧٢٪) من الاختلافات في كمية الإشعاع الشمسي ترجع إلى الاختلافات في عدد ساعات سطوع الشمس، وأن (٢٨٪) تمثلها عوامل أخرى منها مدى صفاء الجو، وزاوية الميل، ونسبة الرطوبة.

ويلاحظ من الرسم الممثل لخط الانحدار أن بعض القيم تقترب من الخط الأمثل منها قيم: فبراير، مايو، يونيو، يوليو، وسبتمبر، في حين تتباعد قيم بقية الأشهر عن خط الانحدار، كما يشير الشكل إلى أن القيم التي تزيد على المتوسط العام تقع على يسار خط الانحدار وتبدو موجبة منها قيم مارس، في حين أن القيم التي تقل عن المتوسط العام تقع على يمين خط الانحدار، وتظهر سالبة مقارنة مع القيم المتوقعة.

طول النهار والليل وعدد ساعات سطوع الشمس:

لابد قبل أن نسترسل من التمييز بين مفهومي طول النهار، وعدد ساعات سطوع الشمس، **فطول النهار** يمثل الفترة التي تقع بين شروق الشمس وغروبها، أما **عدد ساعات سطوع الشمس**: فهي الفترة التي تظهر فيها الشمس ساطعة دون أن تحجبها السحب أو بعض مظاهر التكاثف الأخرى كالضباب مثلا، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-٣)

متوسط طولي النهار والليل (بالدقائق والساعات)

البيان / الشهر		يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أول الشهر	طول النهار	١ ,٣٥	١١,٠٠	١١,٣٩	١٢,٢٤	١٣,٠٧	١٣,٣٧	١٣,٤٢	١٣,١٩	١٢,٣٩	١١,٥٥	١١,١٢	١٠,٤٠
١٠ منه	طول النهار	١٠,٤	١١,١٢	١١,٤١	١٢,٣٧	١٣,١٧	١٣,٤٢	١٣,٣٨	١٣,٠٩	١٢,٢٧	١١,٤٣	١١,٠١	١٠,٣٥
٢٠ منه	طول النهار	١ ,٤٧	١١,٢٥	١٢,٠٧	١٢,٥٢	١٣,٢٧	١٣,٤٣	١٣,٣١	١٢,٥٦	١٢,١٢	١١,٢٩	١٠,٥٠	١ ,٣٤
٣٠ منه	طول النهار	١ ,٥٨	١١,٣٧	١٢,٢١	١٣,٠٥	١٣,٣٦	١٣,٤٢	١٣,٢١	١٢,٤١	١١,٥٧	١١,١٤	١٠,٤٢	١٠,٣٤
المتوسط العام	النهار	١ ,٤٥	١١,١٩	١٢,١٧	١٢,٥٥	١٣,٢٢	١٣,٤١	١٣,٣٣	١٣,٢١	١٢,٠٩	١١,٣٥	١١,١٦	١ ,٣٦
	الليل	١٣,١٥	١٢,٤١	١١,٤٣	١١,٠٥	١ ,٣٨	١٠,١٩	١ ,٢٧	١ ,٣٩	١١,٥١	١٢,٢٥	١٢,٤٤	١٣,٢٤

أوضحنا فيما سبق أن دولة قطر تقع ضمن مناخات المناطق المدارية الحارة، وتمتد فلكيا بين الجنوب والشمال (حسب دوائر العرض) لحوالي درجتين ونصف شمالا، وتقع حدودها الجنوبية على بُعْد (٠,٧) درجة شمال مدار السرطان، ورغم هذا الامتداد العرضي البسيط، فإن طول كل من النهار والليل يختلف باختلاف الموقع من دوائر العرض، وباختلاف فصول السنة، (والجدول رقم ٤-٢) يبين طول كل من النهار والليل، والذي قد ينسحب على جميع مدن قطر وقراها لعدم توافر بيانات في مواقع الرصد الأخرى، ومنه نستخلص الخصائص التالية:

١- يتبين من البيانات المتوافرة لدينا أن طول النهار يبلغ (١٣) ساعة و (٤٤) دقيقة، وطول الليل (١٠) ساعات و (١٦) دقيقة.

٢- يلاحظ أن أقصر نهار يبلغ (١٠) ساعات و (٣٣) دقيقة بينما يمتد الليل لحوالي (١٣) ساعة و (٢٧) دقيقة.

٣- من (شكل رقم ٤-٣أ) نرى بأن متوسط طول النهار يتزايد ابتداء من أواخر ديسمبر (الانقلاب الشتوي) حتى يبلغ أقصاه في أواخر يونيو (الانقلاب الصيفي)، والعكس صحيح بالنسبة لمتوسط طول الليل.

٤- يشير الرسم البياني إلى أن متوسط طولي النهار والليل يتساويان تقريبا في فترة الاعتدالين، وعلى النقيض من ذلك في فترة الانقلابين.

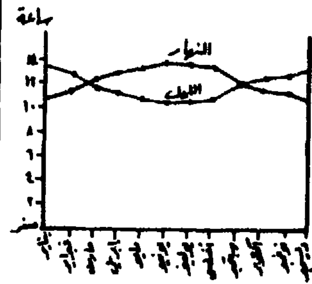
أما بالنسبة لعدد ساعات سطوع الشمس فيبدو أنها أقل في قيمها من متوسط طولي النهار والليل، وقد توفرت لدينا بيانات عن عدد ساعات سطوع الشمس Sunshine لخمسة مواقع رصد تعالجها الأعمدة البيانية (رقم ٤-٣ب) والتي نخلص منها إلى:

١- ينحصر أعلى متوسط شهري لعدد ساعات سطوع الشمس في: مطار الدوحة الدولي للفترة بين (١٩٧٥-١٩٩٢) ومسيعيد للفترة بين (١٩٨٤- ١٩٩٠)، وبقية المواقع للفترة بين (١٩٨٣-١٩٩٢) في شهري يونيو لكل من الدوحة (١١,٤٠) ساعة، روضة الفرس (٩,٣) ساعة، ومسيعيد (١١,٤) ساعة، وأكتوبر لكل من العطورية (٨,٤) ساعة وأبو سمرة (٨,٢) ساعة.

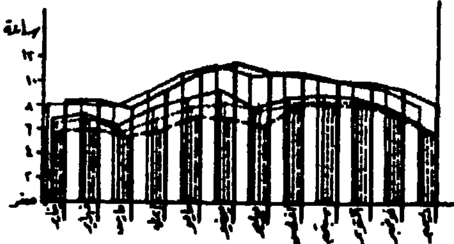
٢- يلاحظ من (شكل رقم ٤-٣ب) أن أدنى المتوسطات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس يتمثل في موقع رصد أبو سمرة، بينما يتمثل أقصاها في موقعي رصد الدوحة ومسيعيد، ويعني هذا أن الساحل الشرقي يتمتع بصفاء الجو وشفافيته، في حين يسود الساحل الغربي إلى الجنوب من دخان جو ملوث بالأتربة والغبار المنقولة من الربع الخالي، مما يؤدي إلى حجب الشمس وبالتالي قلة عدد ساعات سطوعها.

٣- من الواضح أن المتوسطات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس في وسط قطر ممثلة بموقعي رصد روضة الفرس والعطورية متقاربة، وخاصة في الفترة ما بين أكتوبر وديسمبر، يتفق معهما موقع رصد أبو سمرة، في حين يتسع الفرق بين قيم المتوسطات بشكل واضح في الفترة ما بين مارس ويوليو.

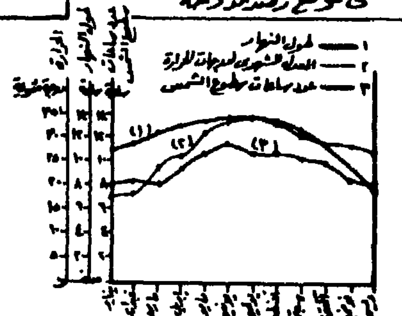
٤- من واقع توزيع المتوسطات اليومية لعدد ساعات سطوع الشمس على مدى فترة التسجيل المجدولة على النحو التالي:



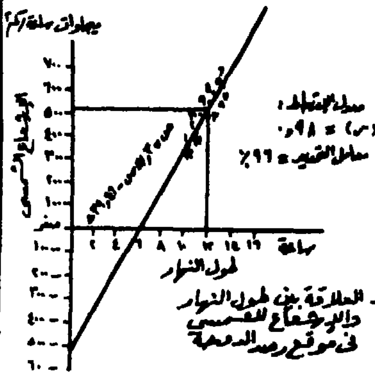
أ- العلاقة بين طولي النهار والليل في موقع رصد الدوحة



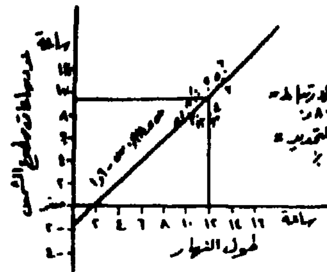
ب- المتوسط الشهري لعدد ساعات سطوع الشمس



جـ- مقارنة بين طول النهار ومعدل الحرارة الشهري وعدد ساعات سطوع الشمس في موقع رصد الدوحة



د- العلاقة بين طول النهار والإشعاع الشمسي في موقع رصد الدوحة



هـ- العلاقة بين طول النهار وعدد ساعات سطوع الشمس في موقع رصد الدوحة.

شكل رقم (٤-٣)

خصائص متوسط طولي النهار والليل وعدد ساعات سطوع الشمس في مواقع رصد مختارة

جدول رقم (٤-٤)

أعلى وأدنى متوسط يومي لعدد ساعات سطوع الشمس

البيان / الموقع	أعلى متوسط يومي	الشهر والسنة	أدنى متوسط يومي	الشهر والسنة
الدوحة	١٢,٣	يونيو ١٩٧٦	٥,٨	ديسمبر ١٩٩٢
روضة الفرس	١٠,٩	١٩٩٠,٨٨	٥,٣	ديسمبر ١٩٩٢
العطورية	٩,٧	يونيو ١٩٨٦	٤,٥	يناير ١٩٩٢
أبو سمرة	١٠,١	اغسطس ١٩٨٨	٢,٦	يناير ٩١، ١٩٩٢
مسيعيد	١٢,٠	يونيو ١٩٨٨	٦,٤	مارس ١٩٨٩

يتبين أن أعلى متوسط يومي في الدوحة بلغ في يونيو من عام ١٩٧٦ حوالي (١٢,٣) ساعة، وبلغ أدناه في ديسمبر من عام ١٩٩٢، وتؤكد هذه القيم على ما ذكرناه في البند رقم (٢) من أن الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر (ممثل في موقعي رصد الدوحة ومسيعيد) يتعرض لعدد أكثر من ساعات سطوع الشمس منه على الساحل الغربي (ممثل في موقع رصد أبو سمرة).

٥- يتضح أن أعلى المتوسطات السنوية لعدد ساعات سطوع الشمس يتركز في موقع رصد الدوحة، حيث بلغ في عام ١٩٩٠ حوالى (٩,٩) ساعة متفوقا في ذلك على المعدل السنوي العام لفترة التسجيل في حدود (٠,٥) ساعة، وتقودنا هذه المفاضلة إلى الإشارة إلى أن المعدلات السنوية للفترة (١٩٨١-١٩٩٠) باستثناء عام (١٩٨٢) تزيد على المعدل العام لعدد ساعات سطوع الشمس في الدوحة ما بين (١,٠-٠,٥) ساعة، وهذا يعني أن المتوسطات اليومية لعدد ساعات سطوع الشمس في هذه الفترة تفوق مثيلاتها في مواقع الرصد الأخرى.

ولعلنا من خلال عقد مقارنة وإيجاد علاقة بين طول النهار وكل من عدد ساعات سطوع الشمس ومعدلات الحرارة الشهرية نخلص إلى التالي:

١- تشير المنحنيات (شكل رقم ٤-٣جـ) إلى تزايد القيم رغم تباينها كلما اقتربت أشهر الصيف، وإلى تناقصها بحلول أشهر الشتاء، مع ملاحظة أن متوسطات

درجات الحرارة وعدد ساعات سطوع الشمس ترتفع بشكل حاد في نهاية شهري فبراير ومارس على التوالي، مع تدرج متصاعد رتيب لمنحنى طول النهار حتى شهر أغسطس، يتقوس بعده خط المنحنى بشكل مفاجئ مشيرا إلى تناقص طول النهار مع إشراقة الاعتدال الخريفي.

٢- يبدو أن العلاقة الدالية بين طول النهار (متغير مستقل X)، وكمية الإشعاع الشمسي (متغير تابع Y) علاقة موجبة (شكل رقم ٤-٣د)، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما (+٠,٩٨٠)، بمعامل تحديد يبلغ حوالي (٩٦٪)، بمعنى أن (٤٪) من الاختلافات تعود إلى عوامل سبق أن أوضحناها، وأن العديد من القيم - بسبب قوة العلاقة - يمر خط الانحدار لصيقا لها أو أنها تقع عليه، بينما تتناثر بقيتها على جانبيه.

٣- رغم أن العلاقة بين متوسط طول النهار (X) ومتوسط عدد ساعات سطوع الشمس (Y) كمثيلتها السابقة موجبة (طردية) إلا أنها أقل قوة منها (شكل رقم ٤-٣هـ)، فقد بلغت قيمتها (+٠,٨٠٠)، بمعامل تحديد يبلغ (٦٤٪)، أي أن (٣٦٪) من الاختلافات في عدد ساعات سطوع الشمس ترجع إلى عوامل تتمثل في السحب والضباب والغبار والأتربة العالقة في الجو، كما أن توزيع القيم على طول خط الانحدار وحول المتوسط غير متناسق، وأن الخط تمر به ثلاث قيم فقط.

(ب) حرارة الهواء:

حظيت التقلبات المناخية في الآونة الأخيرة بمزيد من الاهتمام، بهدف الوقوف على أسباب هذه التقلبات وتقدير آثارها على المدى القريب أو البعيد على الحياة، وقد ساعد على ذلك أمران: **أولهما**: انتشار أجهزة القياس الحديثة، والجنوح نحو الاهتمام بقياس مختلف عناصر المناخ من إشعاع شمسي وعدد ساعات سطوع الشمس، وطول الليل والنهار، ودرجات الحرارة، والضغط الجوي والرياح، والسحب، والعواصف الرعدية والتبخر، والرطوبة النسبية، وضغط بخار الماء، ومظاهر التكاثف، **وثانيهما**: ازدياد تأثير الإنسان على المناخ بعناصره المختلفة.



ونظرا لاختلاف وتفاوت كميات الإشعاع الشمسي من مكان إلى آخر، وتباين العوامل المؤثرة فيها، تباينت اتجاهات الحرارة سواء أكانت بالتزايد أم بالتناقص، وسواء على المستوى المحلي أو الإقليمي أو العالمي، فالمناطق المدارية أو شبه المدارية كالجزيرة العربية وحوض الخليج العربي، تعتبر مناطق هامشية، لذا فمن غير المعقول أن أقارن معدلات الزيادة أو النقصان في درجات الحرارة فيها مع مناطق أخرى قطبية، أو دون القطبية؛ لأن الاختلافات المحلية أو الإقليمية في اتجاهات الحرارة من الأهمية لدرجة أنها طغت على الاتجاهات العامة، فطمست معالمها.

فتزايد درجات الحرارة في مكان ما ربما يقابله تناقص في معدلاتها في مكان آخر، ويحدث هذا في منطقة محدودة المساحة كقطر مثلا، وقد تلغي هذه الاتجاهات بعضها البعض الآخر، ورغم ذلك سنحاول دراسة الاتجاهات الحديثة للحرارة في دولة قطر من خلال ما توفر لدينا من قراءات وتسجيلات لدرجات الحرارة على مدى (٣٢) عاما وخاصة في الدوحة.

والهدف من هذه الدراسة تحديد الاتجاهات الحرارية الحديثة في قطر من بداية السجل الحراري، فمن الملاحظ أن الاهتمام انصبّ على الأمطار بدليل انتشار مراصد القياس والتسجيل في مختلف أنحاء دولة قطر، في حين اقتصرت التسجيلات الحرارية على ستة مواقع للرصد فقط (**راجع خريطة ٤-١**)، ويعزى هذا التوجه إلى أن للأمطار وخاصة في مناطق مدارية كقطر أهمية قصوى وحيوية في حياة الإنسان، والحياة النباتية، والزراعة.

في حين لا يظهر تأثير الحرارة إلا في حالتين: **حالة النهاية العظمى، وحالة النهاية الصغرى** التي سيتم معالجة بياناتها بعد تحديد الاتجاهات الحديثة للحرارة في قطر، لذا فإن معظم مواقع الرصد - إذا استثنينا مطار الدوحة - لا تعود لأكثر من ثلاثة عشر عاما، بل هناك مواقع رصد حديثة لا يزيد السجل المناخي فيها على عشر سنوات (مسيعيد والعريش)، ورغم ذلك تم استخدام المعدلات الحرارية اليومية والشهرية والسنوية في ستة (٦) مواقع رصد تتوزع بين الشمال والوسط والجنوب، وبين الساحل والداخل نوضحها في الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٥)

مواقع الرصد المناخية المستخدمة في هذه الدراسة

م	موقع الرصد	مدة التسجيل	م	موقع الرصد	مدة التسجيل
١	الدوحة	٣٢	٤	العطورية	١١
٢	روضة الفرس	١٣	٥	مسيعيد	١١
٣	أبو سمرة	١٣	٦	العريش	١٠

ومع أن المعدلات السنوية للحرارة هي التي بُنيَ عليها تحديد الاتجاهات الحديثة للحرارة، إلا أننا استخدمنا المعدلات اليومية والشهرية والفصلية للحرارة، لمعرفة الاتجاهات الحرارية في الفصول الأربعة، وللوقوف على مدى تأثير الاتجاهات الحرارية الشهرية والفصلية على الاتجاهات الحرارية السنوية، والفصول هي:

الشتاء: ويمثله أشهر ديسمبر ويناير وفبراير.

الربيع: ويمثله شهرا مارس وأبريل.

الصيف: ويمثله أشهر مايو، يونيو، يوليو، أغسطس وسبتمبر.

الخريف: ويمثله شهرا أكتوبر ونوفمبر.

طريقة تحليل المعطيات الحرارية:

من أساليب البحث في أية مشكلة، لابد من رصد طبيعة المشكلة وهدفها، وما دامت هذه الدراسة ترمي إلى تحديد الاتجاهات الحرارية الحديثة في دولة قطر، فقد استخدمت طريقة المتوسطات المتحركة Running Means أو ما يطلق عليها (Moving Averages)، وخطوط الانحدار المستقيمة Linear Trends، فالمتوسطات المتحركة تعطي مؤشرا عن طبيعة الاتجاه الحراري العام، والتغيرات أو التقلبات الحرارية المصاحبة له لفترات طويلة، لذا استخدم متوسط متحرك طوله خمس سنوات للمفردات الحرارية السنوية في مختلف مواقع الرصد، أما خطوط الانحدار المستقيمة فقد استخدمت لحسابها الصيغة التالية:



$$ص = جـ + م س$$

حيث:

ص : تمثل المعدلات الحرارية السنوية والفصلية.

جـ : تمثل نقطة تقاطع خط الانحدار مع المحور الرأسي.

م : تمثل درجة التغير في الاتجاه الحراري العام.

س : تمثل الزمن.

وقد تم حساب كل من جـ ، م وفق المعادلة التالية:

$$جـ = \overline{ص} - م \overline{س}$$

حيث:

$\overline{ص}$: تمثل متوسط درجات الحرارة.

$\overline{س}$: تمثل متوسط سنوات الرصد.

مع العلم بأن الاتجاهات الحرارية الحديثة حُسِبَت لكل شهر على حدة، وللمعدل الشهري والسنوي في كل موقع رصد.

الخصائص الأساسية للحرارة في قطر:

قبل أن نحدد الاتجاهات الحرارية في قطر، لابد من الإشارة إلى بعض الخصائص الأساسية للحرارة في قطر ممثلة في مواقع الرصد المعتمدة في هذه الدراسة، حيث تم حساب المعدلات الشهرية والسنوية والفصلية لدرجات الحرارة، وحساب **الأخطاء المعيارية** Standard Errors للمعدلات الحرارية السنوية لتقدير الحدود التي لا يحتمل أن تكون التقلبات الحرارية قد وصلت إليها أو تجاوزتها بفعل الصدفة، كما حُسبت **الانحرافات المعيارية** Standard Deviations، ومعاملات التغير Coefficient of Variations لدرجات الحرارة في كل شهر من شهور السنة، ولكل فصل من فصولها، فهناك عوامل معروفة تؤثر على درجة حرارة الهواء في أي قطر وهي: **الارتفاع والانخفاض عن سطح البحر، القرب أو البعد عن المسطحات المائية، الموقع الفلكي للمكان**، ويبدو لي أن هذه العوامل لا تظهر تأثيراتها بشكل واضح أو محسوس، وأنها لا تبرز كثيرا الفروقات الحرارية بين مختلف المواقع، رغم

أن مواقع الرصد المناخية والممثلة لهذه الدراسة يقع بعضها -كما ذكرنا- على الساحل الشرقي (الدوحة، مسيعيد)، وبعضها الآخر على الساحل الغربي (أبوسمرة)، وموقعي رصد يمثلان الوسط (روضة الفرس، العطورية).

فقطر ذات المساحة الصغيرة، والارتفاعات البسيطة، والامتداد الذي لا يتعدى - حسب خطوط العرض - درجتين ونصف، كل هذه الخصائص لا تشكل اختلافات كبيرة في درجات الحرارة، كما هو الحال مثلا في دولة الإمارات أو بلاد الشام أو العربية السعودية، لذا فإن العوامل التي قد تؤثر على درجات الحرارة في قطر تتمثل في طول أو قصر فترة النهار، وعدد ساعات سطوع الشمس وصفاء الجو من عدمه.

تبين أن المعدل السنوي للحرارة يتفاوت بحسب مواقع الرصد بين (٢٥,٥°) م في «أبو سمرة» الواقعة عند رأس خليج سلوى في الطرف الجنوبي الغربي لقطر والتي ترتفع (٣,١٠) مترا عن سطح البحر، و (٢٦,٧°)م في الدوحة الواقعة في وسط الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، في حين يصل المعدل السنوي في وسط قطر إلى (٢٦,٥°)م في العطورية التي ترتفع عن سطح البحر لأكثر من (٣٣) مترا، لذا فإن عامل الارتفاع ليس له كما يبدو أثر فعال على درجات الحرارة أو معدلاتها، وإنما الذي ينبغي أن نضعه في الاعتبار هو: ما مدى تعرض الموقع للرياح الشمالية الغربية أو الغربية الباردة، أو للرياح الجنوبية أو الجنوبية الشرقية الدفيئة، وإلى أي مدى يتعرض الموقع لعدد أكثر من ساعات سطوع الشمس.

أما المدى الحراري السنوي فهو عبارة عن الفرق بين المعدل السنوي لأبرد السنوات وأشدها حرارة، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-٦)

المدى الحراري السنوي (درجة مئوية)

البيان / الموقع	السنة	أكبر معدل حراري سنوي	السنة	أقل معدل حراري سنوي	المدى الحراري
الدوحة	١٩٧٩	٢٧,٤	١٩٦٤	٢٥,٧	١,٧
روضة الفرس	٨٠، ١٩٨١	٢٧,٠	١٩٩٢	٢٥,٤	١,٦
العطورية	١٩٨٧	٢٧,٣	١٩٨٢	٢٥,٥	١,٨
أبو سمرة	١٩٨٨	٢٦,٢	١٩٨٣	٢٤,٥	١,٧
مسيعيد	١٩٨٨	٢٦,٦	١٩٩٢	٢٥,١	١,٥
العريش	٨٨، ٩٠، ١٩٩٣	٢٦,٤	١٩٨٥	٢٤,٦	١,٨

يشير (الجدول رقم ٤-٦) إلى التالي:

١- يتزايد المدى الحراري في الوسط (العطورية) وفي أقصى شمال غرب قطر، ويعزى في الأولى إلى الموقع بعيدا عن المؤثرات البحرية، وإلى القارية المناخية، فيما يرجع في الثانية إلى تعرض الشمال الغربي في بعض السنوات لأمطار غزيرة، أو لهبوب رياح شمالية باردة، قد تعمل على خفض درجات الحرارة أو العكس.

٢- يتمثل أدنى مدى حراري سنوي في موقع مسيعيد، وهو انعكاس لقيم متقاربة، لعدم تأثر الموقع لكثير من التقلبات أو التغيرات المناخية، أو لأنه يتعرض لظروف مناخية (حرارة) رتيبة.

٣- يلاحظ أن أقصى فرق في قيم المدى الحراري لا يتعدى (٠,٣) م وذلك بين الطرف الشمالي الغربي والجنوبي الشرقي من قطر، وهي قيمة لا تبدو ذات بال لصغرها.

ولعل الجدول التالي يشير إلى بعض الخصائص الأساسية للحرارة:

جدول رقم (٤-٧)

الخصائص الأساسية للحرارة في قطر

البيان / الموقع	المعدل السنوي	الانحراف المعياري	(١) الخطأ المعياري	(٢) معامل التغير	(٣) المدى السنوي للحرارة	حجم العينة
الدوحة	٢٦,٧	٠,٤٥	٠,٠٨٠	١	١,٧	٣٢
روضة الفرس	٢٦,٢	٠,٥٢	٠,١٤٤	١	١,٦	١٣
العطورية	٢٦,٥	٠,٥٧	٠,١٧٢	٢	١,٨	١١
أبو سمرة	٢٥,٥	٠,٥٥	٠,١٥٣	٢	١,٧	١٣
مسيعيد	٢٦,١	٠,٤٣	٠,١٣٦	١	١,٥	١٠
العريش	٢٥,٧	٠,٥٨	٠,١٨٣	٢	١,٨	١٠

(١) الخطأ المعياري = الانحراف المعياري ÷ الجذر التربيعي لحجم العينة (عدد سنوات السجل)

(٢) معامل التغير = الانحراف المعياري ÷ المعدل السنوي × ١٠٠٪

(٣) المدى الحراري = الفرق بين أعلى وأدنى متوسط حراري سنوي طيلة مدة السجل.

يتبين من (الجدول رقم ٤-٧) أن معامل التغير السنوي في الحرارة يتراوح بين (١٪، ٢٪)، وهي خصائص تعكس التفاوت بين الساحل والداخل (أي بين المؤثرات البحرية والمؤثرات الصحراوية القارية)، وأن أشد الشهور حرارة يتمثل في يوليو (تموز)، حيث تتراوح المعدلات السنوية للحرارة بين (٣٣-٣٥,٣°) م، باستثناء موقعي رصد العريش وأبو سمرة فيمثلهما شهر أغسطس (آب)، حيث تتأخر قمة الحرارة فيهما لوقوعهما على الساحل الغربي الذي يتأثر بالرياح الشمالية الغربية الملطفة للجو، في حين تظهر القمة مبكرا في الوسط والساحل الشرقي، أما أبرد الشهور حرارة فهو يناير (كانون الثاني)، حيث تتراوح فيه الحرارة ما بين (١٥,٤°) م في موقع رصد أبو سمرة، و (١٧°) م في الدوحة.

الاتجاهات الحديثة للحرارة في قطر:

لم نتمكن من دراسة الاتجاهات العامة للحرارة في قطر لأن السجل الحراري لا يمتد لأكثر من (٣٢) عاماً وفي الدوحة فقط، لذا جنحنا لدراسة ما يمكن تسميته بالاتجاهات الحديثة للحرارة، والجدول التالي يوضح خصائصها:

جدول رقم (٤-٨)(*)

درجات التغير في الاتجاهات الحديثة للحرارة في قطر

م	موقع الرصد	درجة التغير B	اختبار t-test ت	مدة السجل
١	الدوحة	+ ٠,٠٠٥	٣,٢٦	١٩٦٢-١٩٩٣
٢	روضة الفرس	- ٠,٠٥٦	٥,٢٥	١٩٨٠-١٩٩٢
٣	العطورية	+ ٠,٠٢٥	١,٥٢	١٩٨٢-١٩٩٤
٤	أبو سمرة	- ٠,٠٠٤	٠,٣٩	١٩٨٠-١٩٩٢
٥	مسيعيد	٠,٠٠٤	٠,٢٧	١٩٨٤-١٩٩٣
٦	العريش	+ ٠,١١٤	٥,٦٦	١٩٨٤-١٩٩٣

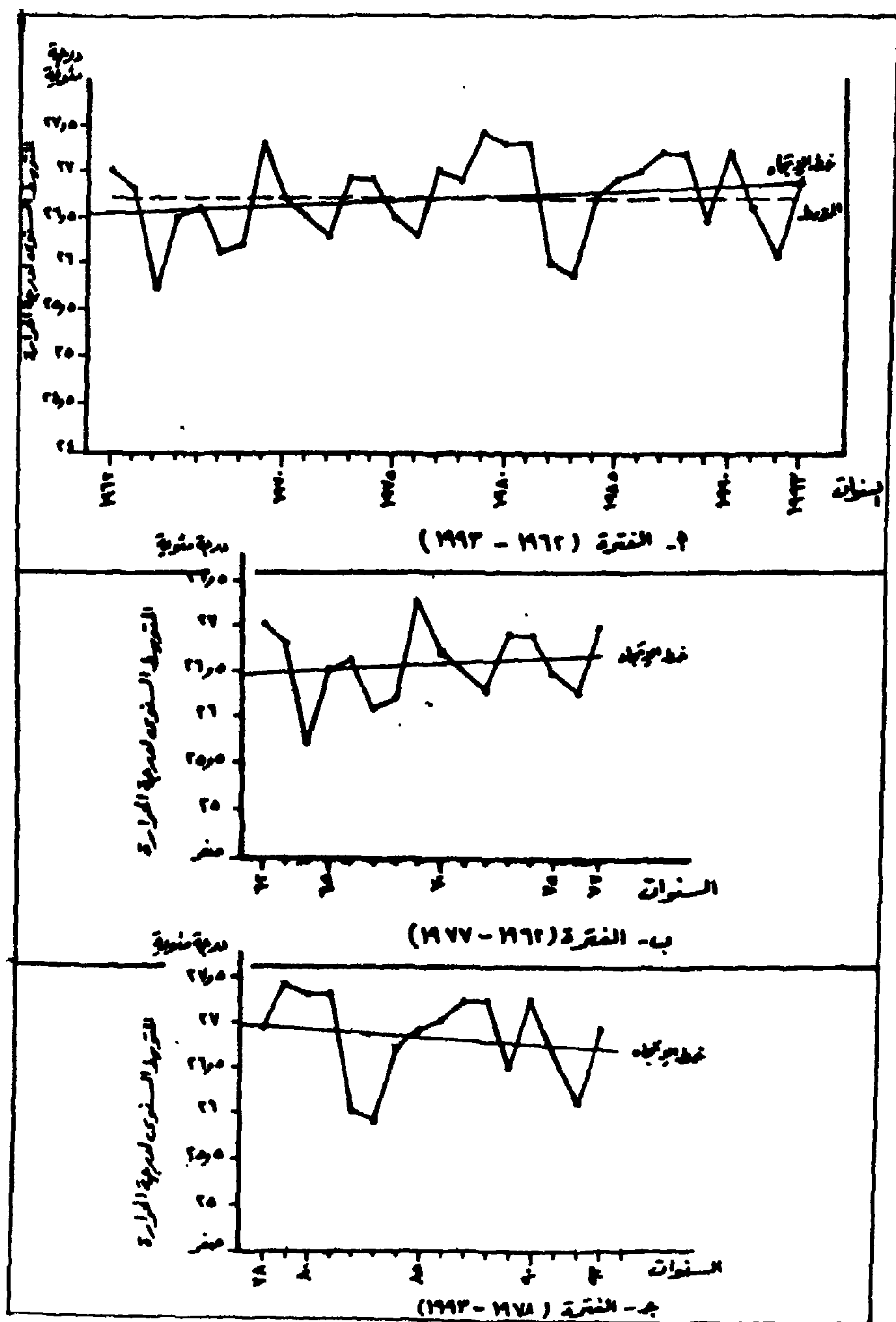
(*) يمثل هذا الجدول درجة التغير في المعدل السنوي لدرجات الحرارة.

يشير (الجدول رقم ٤-٨) إلى الخصائص التالية:

١- يوجد اتجاهان للحرارة أحدهما موجب والآخر سالب.

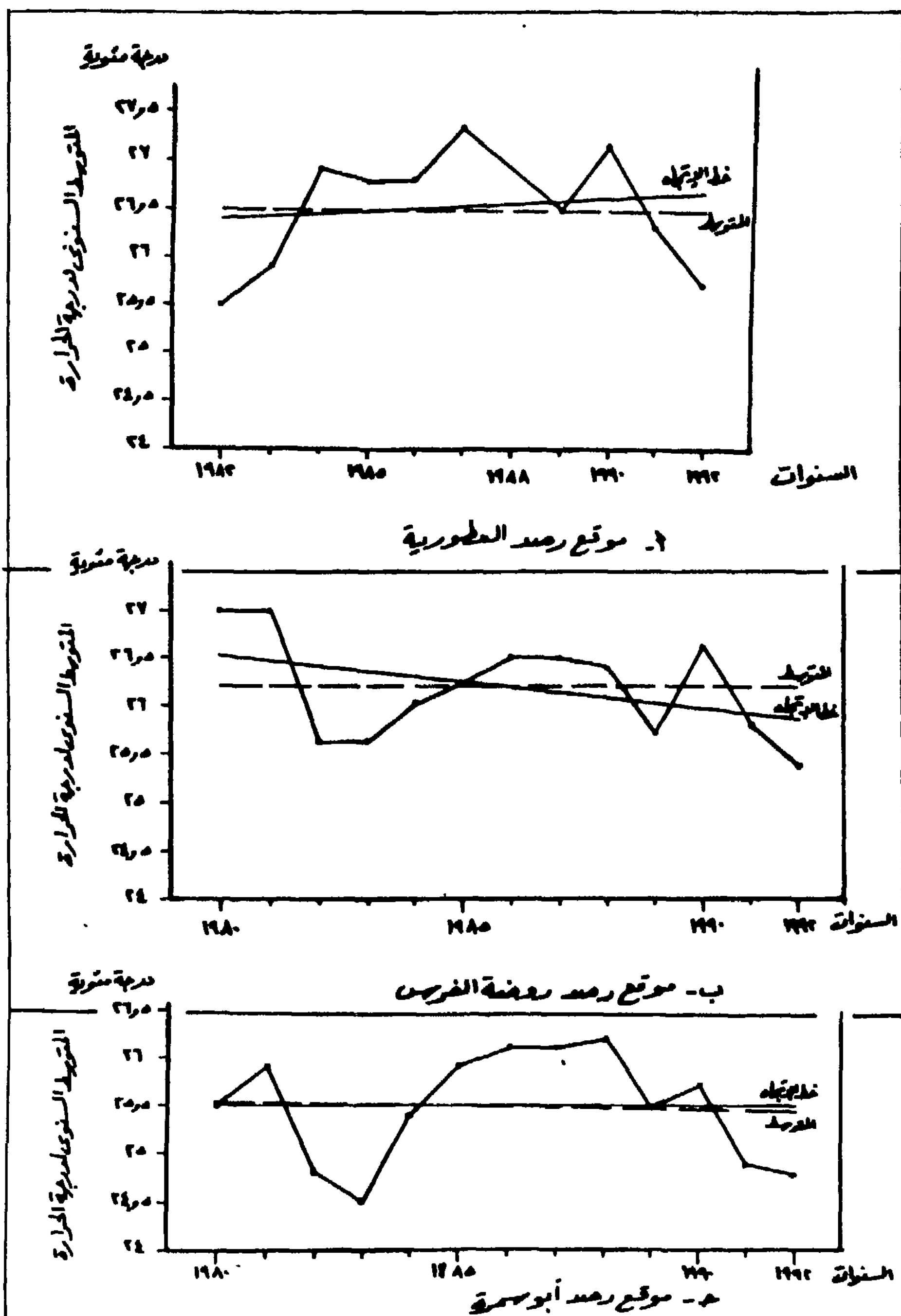
٢- يتمثل الاتجاه الأول في تزايد درجات الحرارة خلال فترة التسجيل في كل من مواقع رصد الدوحة (**شكل رقم ٤-٤أ**)، والعطورية (**شكل رقم ٤-٥أ**)، والعريش، وهذا التزيد أكثر ما يكون وضوحا في موقع رصد العريش (درجة التغير +٠,١١٤) (راجع الجدول السابق).

٣- تعكس درجة التغير في موقع رصد روضة الفرس (**شكل رقم ٤-٥ب**)، وأبو سمرة (**شكل رقم ٤-٥جـ**)، ومسيعيد تناقصا في اتجاهات الحرارة لأنها سالبة، وهي أكثر تناقصا في موقع رصد روضة الفرس منها في أي من الموقعين الآخرين.



شكل رقم (٤-٤)

الإتجاهات الحديثة للحرارة في موقع رصد الدوحة للفترة من ١٩٦٢-١٩٩٣



شكل رقم (٤ - ٥)

الاتجاهات الحديثة للحرارة في مواقع رصد مختارة للفترة ١٩٨٠ - ١٩٩٢

٤- ومع أن الانتشار الواسع لم ينحصر في اتجاه دون آخر بل تقاسمته المواقع الستة، إلا أن درجات التغير في الاتجاهات الحرارية الحديثة تم اختبار دلالتها الإحصائية باستخدام «اختبار ت t-test» هذا الاختبار يقوم على أساس المقارنة بين درجة تغير الاتجاه والخطأ المعياري لها، ويلاحظ أن الاتجاه الحديث للحرارة ذو دلالة إحصائية في كل من الدوحة وروضة الفرس والعريش والعطورية.

هذا التحليل يقودنا إلى تحديد ما إذا كانت الاتجاهات السالبة أو الموجبة (التناقص أو التزايد) سببها التناقص أو التزايد في حرارة الشتاء أو الصيف، أو في كليهما معا؛ لذا تم حساب الاتجاهات الحديثة للحرارة في كل شهر، ثم حسبت لكل فصل من فصول السنة، يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٩)

درجات التغير في الاتجاهات الحديثة للحرارة الشهرية والفصلية

الموقع	التغير الشهري											
	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الدوحة	٠,٠٣+	٠,٠٣-	٠,٠٤-	٠,٠٢-	٠,٠٥+	٠,٠١+	٠,٠١+	٠,٢+	٠,٠١+	٠,٠٢+	٠,٠١+	٠,٠٤+
م. الحكومة*	٠,١٧-	٠,٠٦-	٠,١٥-	٠,١٤-	، ٤-	٠,٠١+	٠,٠٧-	٠,٠١-	٠,٠٧-	٠,٠٤-	٠,٠١+	٠,٠٥+
العطورية	٠,٠٨-	٠,٠٢+	٠,٠٦+	٠,٠١+	٠,٠٨-	٠,٠٥+	٠,٠٥-	٠,٠٣+	٠,٠٣-	٠,٠١-	، ٩+	٠,٢١+
أبو سمرة	٠,١٣-	٠,٠٥-	٠,١٥-	٠,٠٣-	٠، ١-	٠,٠٦+	،٠٣-	٠,٠٢+	٠,٠٤+	٠,٠١+	٠,٠٣-	٠,١٨+
مسيعيد	٠,٠٩-	٠,٠٩-	٠,٢٤-	٠,١٥-	٠,٠١-	٠,٠٦+	٠,١٤+	٠,١٠+	٠,٠٦+	٠,١١+	٠,٠٤+	٠,١٤+
العريش	٠,٠٧-	٠,٠١+	٠,٠٢-	٠,٠١-	٠,٠٤-	٠,١٤+	٠,١٨+	٠,٣٢+	٠,٣٦+	٠,٢١+	٠,٠٩+	٠,٢١+

الموقع	التغير الشهري			
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
الدوحة	٠,٠١٧+	٠,٠١٧+	٠,٠١٧+	٠,٠١٧+
م. الحكومة*	٠,٠٣٠-	٠,٠٣٠-	٠,٠٣٠-	٠,٠٣٠-
العطورية	٠,٠٤٤+	٠,٠٤٤+	٠,٠٤٤+	٠,٠٤٤+
أبو سمرة	٠,٠٩٠+	٠,٠٩٠+	٠,٠٩٠+	٠,٠٩٠+
مسيعيد	٠,٠٦٠+	٠,٠٦٠+	٠,٠٦٠+	٠,٠٦٠+
العريش	٠,١٤٢+	٠,١٤٢+	٠,١٤٢+	٠,١٤٢+

* م. الحكومة تعني مزرعة الحكومة وبديلها روضة الفرس.

ومن (الجدول رقم ٤-٩) نستخلص التالي:

١- يلاحظ أن الاتجاهات الحديثة للحرارة الشهرية تتفاوت بين التناقص تارة والتزايد تارة أخرى، وتنعكس هذه الاتجاهات على الحرارة الفصلية واتجاهاتها.

٢- يبدو أن الاتجاهات الحديثة في موقع رصد روضة الفرس (مزرعة الحكومة) تجنح نحو التناقص سواء في الحرارة الشهرية أو الفصلية باستثناء شهري يونيو وديسمبر فإنهما يشهدان تزايدا طفيفا في درجات الحرارة.

٣- يتضح بالنسبة لجميع مواقع الرصد أن شهري يونيو وديسمبر يشهدان تزايدا في الاتجاهات الحرارية الحديثة رغم تفاوت درجات التغير التي تزداد حدتها في العطورية والعريش، أما شهر يناير فيبدو أن تناقص الحرارة فيه سمة عامة مع وضوحها في موقعي روضة الفرس وأبو سمرة.

٤- تتفاوت درجات التغير في الاتجاهات الفصلية بين موقع رصد وآخر، وما يلفت النظر أن الاتجاهات الحرارية لجميع الفصول في موقع رصد روضة الفرس تتجه نحو التناقص، وهو استجابة لما تتميز به الاتجاهات الحرارية الشهرية من تناقص كذلك.

٥- يلاحظ أن مواقع الرصد الواقعة على الساحل الشرقي لقطر (الدوحة ومسيعيد) تنفرد بخصائص عامة تتمثل في تناقص الحرارة في فصلي الشتاء والربيع، وتزايدها في فصلي الصيف والخريف، وهي كما يبدو سمات تعكسها درجات التغير في الاتجاهات الحرارية الشهرية.

٦- باستثناء موقع رصد العطورية، فإن درجات التغير توحي بأن الاتجاهات الحديثة للحرارة في فصل الربيع تميل نحو التناقص في درجات الحرارة، حيث بلغت حدتها (-١٩٤, ٠) في مسيعيد، و (-١٤٥, ٠) في روضة الفرس.

ولكي تتضح الصورة حاولنا في دراستنا للاتجاهات الحديثة في الدوحة أن نقسم فترة التسجيل إلى قسمين متساويين، تمتد الفترة الأولى بين (١٩٦٢-١٩٧٧)، والفترة الثانية من (١٩٧٨-١٩٩٣) نهاية فترة التسجيل وفرضنا أن الاتجاهين يسيران نحو التزايد، وتبين لنا من (شكل رقم ٤-٤ب، جـ):

١- أن هناك اتجاهين للحرارة في موقع رصد الدوحة: **اتجاه موجب**: أي أن الحرارة كانت تتـزايد خلال العـقد والنصف الماضـيين (١٩٦٢-١٩٧٧) بدرجة تغـير بلغت (+٠١٤ , ٠)، **واتجاه سـالب**: أي أن الحرارة بدأت تتناقص في العـقد والنصف الأخير منذ عام ١٩٧٨ وبشكل ملحـوظ حتى نهاية السجل الحراري في عام ١٩٩٣ بدرجة تغير (-٠٢ , ٠).

٢- يبدو أن درجة التناقص في الاتجاهات الحديثة للحرارة في الدوحة أكثر حدة من درجة التزايد ويفارق بلغ (-٠٠٦ , ٠).

٣- يتضح من عـقد مـقارنة بين الاتجاهات الحـديثة للحـرارة في الدوحة (الفـترة الثانية) مع الاتجاهات الحـديثة للحرارة في بعض بلدان الشام (**نعمـان شحادة ص٥٤**) أنها تتـفق معـها في الاتجاه نحـو التناقص رغم أن البيـانات في بلاد الشام تمتد لأكثر من ثلاثة عقود.

٤- لقد أُجْـرِيَ اختبار لدلالـة الاتجاهات الحديثة للحـرارة في الدوحة باستـخدام اختبارات t-test التي ترتكز أساسـا على المقارنة بين درجة التغـير في الاتجاه والخطأ المعيـاري، فتبين أن الاتجاه الحـديث سواء للفتـرة الأولى أو للثـانية ذو دلالة إحصائية، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-١٠)

الخصائص الأساسية للحرارة في موقع رصد الدوحة

الفتـــرة	المعدل	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التغير ٪	درجة التغير B	قيمة ت	مستوى المعنوية
الأولى (٦٢-٧٧)	٢٦,٥٨	٠,٣٩	٠,٠٨٩	١,٥	٠,٠١٤+	٢,٥٠+	٠,٠١
الثانية (٧٨-٩٣)	٢٦,٨٢	٠,٤٧	٠,١١٨	١,٨	٠,٠٢-	٢,٩٧+	٠,٠١

وأن قيـمة (ت) المحسـوبة أكبـر من قيمـة (ت) النظرية عند مسـتوى دلالة (٠١ , ٠) لذا نرفض فـرض العدم، ونقـر بأن الفتـرة الأولى من السجـل الحراري تجنح نحو التزايد، في حين يجنح الاتجاه الآخر نحو التناقص.

واستكمالا لما سبق فقد ثبت من (جدول رقم ٤-١٠):

١- أن الاتجاهات الحرارية الشهرية والفصلية لموقع رصد الدوحة تتجه نحو التزايد، وذلك لأكثر من (٦٦٪) من أشهر السنة، وهو يتفق مع بيانات الفترة الأولى (١٩٦٢-١٩٧٧)، لذا فإن تزايد الحرارة في الدوحة يرتبط ارتباطا وثيقا بتزايد الحرارة في معظم شهور أو فصول السنة.

٢- وعلى النقيض من ذلك فإن الاتجاهات الحديثة للحرارة الشهرية والفصلية للفترة الثانية (١٩٧٨-١٩٩٣) توحي بتناقص في درجات الحرارة لأكثر من (٦٦٪) من شهور السنة، مما انعكس إيجابا على الاتجاهات الحديثة في الدوحة، أي أن التناقص في درجات الحرارة عامة يعود إلى التناقص في درجات حرارة أشهر السنة وفصولها.

٣- وللمقارنة بين الفترتين نستعرض الجدول التالي:

جدول رقم (٤-١١)

خصائص الاتجاهات الحديثة للحرارة خلال الفترتين في الدوحة

	الفترة الأولى											
ن م	١,٤٣	١,٣٩	١,٣٣	٠,٩٢	١,١	٠,٩٦	٠,٤٧	٠,٥٢	٠,٦٣	٠,٨٦	٠,٨١	١,٢٣
م ت	٨,٤	٧,٧	٦,٢	٣,٦	٣,٦	٢,٩	١,٤	١,٥	٢,٠٠	٣,٠٠	٣,٤	٦,٥
خ م	٠,٣٥٨	٠,٣٤٨	٠,٣٣٣	٠,٢٣٠	٠,٢٧٥	٠,٢٤١	٠,١١٧	٠,١٢٩	٠,١٥٧	٠,٢٤٠	٠,٢ ٣	٠,٣٠٦
د ت	٠,٠٥١-	٠,٠٨٣-	٠,٠٣٨-	٠,٠٣٩+	٠,١٤٦+	٠,٠٢٢+	٠١+	٠,٠١٠+	٠,٠٢٣+	,٠٢٠+	٠,٠١٤-	٠,٠٩٩+
	الفترة الثانية											
ن م	١,٢٤٤	١, ٣٤	١,٢٧٣	٠,٩٨٢	٠,٧٣٢	,٦٥٩	٠,٥٣٣	٠,٥٣٨	,٤٨٣	٠,٨٢٥	.٧٨٤	١, ٦٧
م ت	٧,٣	٥,٨	٦,١	٣,٨	٢,٣	١,٩	١,٥	١,٦	١,٥	٢,٨	٣,٢	٥,٥
خ م	٠,٣١١	٠,٢٥	٠,٣١٨	,٢٤٦	٠,١٨٣	٠,١٦٥	,١٣٣	٠,١٣٥	٠,١٢١	,٢ ٦	٠,١٩٦	,٢٦٧
د ت	,١١٨-	٠,٠٥٧-	، ٦٧-	٠,٠٩٣-	٠,٠٠٢-	٠,٠٢٣-	٠٨-	,٠ ٢-	,٠١٨	. ١٣	٠, ١٣	. ٧٩

نعني بالرموز: ن م الانحراف المعياري، م ت معامل التغير، خ م الخطأ المعياري، د ت درجة التغير.

٤- ومنه يتبين أن هناك اتفاقا بين الفترتين في اتجاهات التناقص والتزايد الحراري لبعض الشهور، فقد لوحظ أن أشهر يناير وفبراير ومارس تشهد تناقصا ملحوظا في الحرارة رغم التباين في القيم، حيث يكون التناقص في الفترة الثانية أكثر حدة منه في الفترة الأولى، وأن التزايد ينسحب على أشهر سبتمبر وأكتوبر وديسمبر، بيد أن الاتجاه نحو التزايد يكون أكثر حدة في الفترة الأولى من الثانية.

٥- يبدو أن التزايد الطفيف الذي انعكس على الاتجاهات الحديثة للحرارة في الدوحة على مدى فترة التسجيل (١٩٦٢-١٩٩٣) ناجم عن التزايد الذي شهدته درجات الحرارة في الأعوام من (١٩٧٩-١٩٨١).

الاتجاهات الحرارية والتوازن الإشعاعي الشمسي:

يبدو أن الاتجاهات الحرارية ظاهرة عالمية (**نعمان شحادة، ص٦٦**)، أما الاختلافات والتباينات في هذه الاتجاهات فَمَرَدُّها إلى التباين في الدورة العامة للهواء، فمن المعروف أن عوامل ثلاثة تؤثر على التوازن الإشعاعي لسطح الأرض، هي:

١- **تناقص أو تزايد الإشعاع الشمسي**: فإذا تزايدت شدة الإشعاع الشمسي ولو بمقدار (١٪)، فإن درجة الحرارة ستزيد (٨, ٠) درجة مئوية تقريبا.

٢- **مَقْدرة سطح الأرض الامتصاصية لأشعة الشمس**: والتي تمثل (٦٥٪)، وهي تتأثر بنسبة السحب التي تغطي السماء، ونسبة الغبار والمواد العالقة في الهواء، وطبيعة سطح الأرض، فإن أية زيادة في معامل انعكاس الإشعاع الشمسي (نورانية الأرض Earth Albedo) من (٣٤٪) إلى (٣٥٪) ستؤدي إلى تناقص درجة حرارة سطح الأرض.

٣- **اختلاف إشعاعية الأرض**: يعتبر سطح الأرض جسما مشعا، إلا أن الغلاف الجوي المحيط بالأرض له القدرة على الاحتفاظ بنسبة كبيرة من الإشعاع الأرضي ذي الموجات الطويلة المرتدة من الأرض بمساعدة كل من بخار الماء وثاني أكسيد الكربون (**حسن أبو العينين، أصول الجغرافيا المناخية، ص٧٨**)، ويعبر عن هذه الظاهرة بتأثير البيوت الزجاجية للنباتات The Green House Effect.

وقد تبين من دراسة مايلز (Miles, M.K. 1977, PP. 714-722) أن (٨٠٪) من التغيرات الحرارية على سطح الأرض تفسره عوامل ثاني أكسيد الكربون، نسبة

الغبار البركاني، ومساحة الجليد على سطح الأرض، ولكن هناك عوامل أخرى تتمثل في الدورة الهوائية، حيث يؤثر التباين في درجات الحرارة بين المناطق القطبية والمدارية على ديناميكية الدورة الهوائية، فإذا تقلص الفرق في درجات الحرارة بين الجهات القطبية والمدارية فإن معدل انتقال الطاقة من المناطق المدارية إلى القطبية سَيَضْعُف بالتالي، ومن ثم تتأثر حركة الرياح الموجبة في طبقات الجو العليا.

بعد تحديد العوامل الرئيسة التي تؤثر على التوازن الإشعاعي لسطح الأرض، لابد من التعرف على خصائص العلاقة بين الاتجاهات الحرارية في قطر وهذه العوامل، فاتضح أن نسبة ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الغلاف الجوي قد تزيد على (١١٪) وما زالت تتزايد، فإذا كان لهذه الزيادة دور أساسي في تحديد اتجاهات الحرارة نحو الزيادة في الفترة من (١٩٦٢-١٩٧٧) فكيف نعلل استمرارية هذه الزيادة مع أن اتجاه الحرارة في الفترة من (١٩٧٨-١٩٩٣) تميل إلى التناقص، وهذا ما ينطبق على الإشعاع الشمسي الذي ما زال في تزايد مع تناقص في الاتجاه الحراري، ولعلنا نؤكد على أن التناقص في الاتجاهات الحرارية في قطر يربط بتزايد نسبة الغبار والشوائب العالقة في الجو، خاصة مع تزايد نشاط الإنسان الذي تزايدت أعداده، وكثرت منشآته في الآونة الأخيرة.

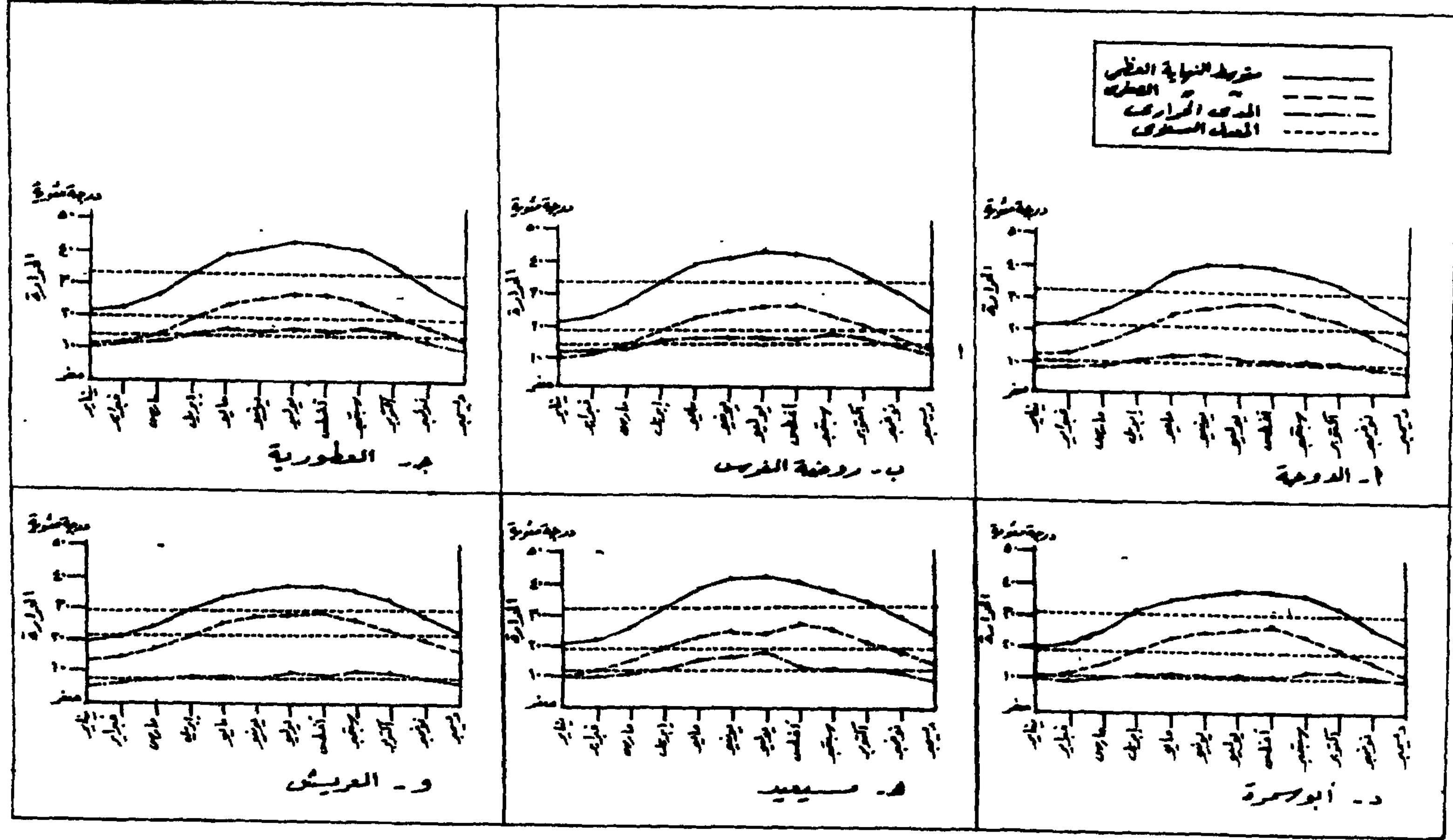
أحوال الحرارة في فصلي الشتاء والصيف:

وجدت من الأفضل لدراسة أحوال الحرارة في فصلي الشتاء والصيف أن أستعين بمتوسط النهايات الصغرى ممثلة لأحوال المناخ في الشتاء (فصل البرودة)، وبمتوسط النهايات العظمى ممثلة لأحوال المناخ في الصيف (فصل الحرارة) نظرا لما تتميز به المنطقة من تقلبات وتغيرات في أحوال المناخ.

أولا: متوسطات النهاية الصغرى (أحوال الحرارة في الشتاء):

يتبين من (الجدول الملحق رقم ٤-١) و(الشكل رقم ٤-٦) ما يلي:

١- يبلغ المعدل السنوي للنهاية الصغرى أقصاه (٢١,٨)°م في الدوحة، ويبلغ أدناه (١٨,٨)°م في روضة الفرس، وهذا يعني أن موقع روضة الفرس في شمال قطر يجعله عرضة للمؤثرات الباردة القادمة مع الرياح الشمالية الغربية أو الشمالية بدرجة أكبر، فضلا عن كثافة الغطاء النباتي حوله.



شكل رقم (٤ - ٦)

التغيرات الحرارية فى مواقع رصد مختارة

٢- يتزايد المعدل السنوي للنهاية الصغرى من موقع رصد روضة الفرس باتجاه الجنوب والشرق، فيبلغ في موقعي رصد العطورية وأبو سمرة (١٩,٥ْ) م، ويقترب من هذه القيمة موقع رصد مسيعيد.

٣- سجل شهر يناير أدنى قيمة لمتوسط النهاية الصغرى، بلغت في الدوحة (١٢,٨ْ) م، وفي روضة الفرس (١٠,٥ْ) م، وفي أبو سمرة (١٠,٢ْ)، وفي مسيعيد (١٠,٨) م، وسجل شهر أغسطس أعلى قيمة لمتوسط النهاية الصغرى في كل من الدوحة وأبو سمرة ومسيعيد بلغت (٢٩,٣ْ، ٢٧,١ْ، ٢٧,١ْ) م على التوالي، وسجل شهر يوليو أعلاها في روضة الفرس (٢٦,٥ْ) م، والعطورية (٢٧,٢ْ) م.

٤- يتبين من السجلات الحرارية أن أبرد السنوات في الدوحة كان عام ١٩٦٤، بلغ فيها المعدل السنوي للنهاية الصغرى (٢٠,٤ْ) م، وفي روضة الفرس عامي ١٩٨٣، ١٩٨٩، حيث بلغ (١٨,٣ْ) م، وفي العطورية وأبو سمرة كان عام ١٩٩٢، إذ بلغ المعدل (١٨,٦ْ، ١٧,٨ْ) م على التوالي.

٥- يتضح أن المتوسط الشهري للنهاية الصغرى في جميع مواقع الرصد يقل عن المعدل السنوي في فترتين، تمتد **الأولى** من يناير إلى بداية أبريل، **والثانية** تقع بين منتصف أكتوبر وديسمبر. ومنه نستخلص أن العامل الرئيس المؤثر في أحوال الحرارة في الشتاء هو خط العرض، وأن قمة الحرارة الشهرية يتأخر ظهورها كلما اتجهنا جنوبا.

ثانيا: متوسطات النهاية العظمى (أحوال الحرارة في الصيف):

من قراءة (الجدول الملحق رقم ٤-١) و(الشكل رقم ٤-٦) نلاحظ التالي:

١- المعدل السنوي للنهاية العظمى يزداد في وسط قطر بالاتجاه نحو الجنوب ممثلا في موقعي رصد روضة الفرس والعطورية، حيث بلغ بين (٣٣,٥ْ، ٣٣,٦ْ)م، ثم يبدأ بالانخفاض نحو الأطراف (باتجاه السواحل)، حيث بلغ في كل من الدوحة في وسط الشرق، ومسيعيد في الجنوب الشرقي وأبو سمرة في الجنوب الغربي ما بين (٣٢,٧ْ، ٣١ْ، ٣٢,٢ْ) م على التوالي.

٢- يبدو أن المتوسط الشهري للنهاية العظمى يزداد في نهاية شهر مارس بشكل ملحوظ، حيث تزيد درجة الحرارة في حدود (٦ْ)م، ثم تضيق الفروقات في درجات الحرارة خلال أشهر يونيو ويوليو وأغسطس فتتراوح بين (١ْ-٢ْ)م، ثم تعود بعد شهر أكتوبر إلى سابق عهدها من التباين حيث تتناقص ما بين (٥ْ-٦ْ)م.

٣- يتضح من واقع السجلات الحرارية أن أقصى قيمة لمتوسط النهاية العظمى الشهرية سجلت في موقع رصد العطورية، فبلغت (٤٣,٦ْ)م في شهر يوليو وسجلت أدنى قيمة لمتوسط النهاية العظمى في موقع رصد أبوسمرة (٣٨,٩ْ)م.

٤- تشير السجلات المناخية إلى أن أعلى متوسطات سنوية للنهايات العظمى رصدتها المواقع المناخية كانت كالتالي:

الدوحة	روضة الفرس	العطورية	أبو سمرة	مسيعيد
١٩٧٩، ١٩٨١:٣٣,٥ْم	١٩٨٧: ٣٤,٤ْم	١٩٩٠: ٣٤,٧ْم	١٩٨٦: ٣٢,٣ْم	١٩٩٠: ٣٣,٤ْم

٥- يُظْهِرُ (الشكل رقم ٤-٦ أ، و) بأن متوسطات النهاية العظمى الشهرية لموقع رصد أبو سمرة تقل في أشهر الصيف عن (٤٠) درجة مئوية، في حين تزيد وبشكل ملحوظ في موقعي رصد روضة الفرس والعطورية، وبالمقارنة بين موقعي رصد الدوحة ومسيعيد من جانب وموقعي رصد روضة الفرس والعطورية من جانب آخر، يبدو لنا أن شهرين فقط هما يونيو ويوليو ضمن سجلات الموقعين الأوليين يفوقان القيمة المعيارية السابقة (٤٠) درجة مئوية، في حين أن أربعة أشهر تضمنتها سجلات الموقعين الآخرين هي يونيو، يوليو، أغسطس وسبتمبر سجلت قيما تزيد على القيمة المعيارية آنفة الذكر.

يوحي هذا التحليل بأن المتوسط السنوي للنهاية العظمى في مواقع الرصد الساحلية يقل عن مثيلاته في مواقع الرصد الداخلية، وهي انعكاس كما يبدو لقيم المتوسطات اليومية والشهرية للنهايات العظمى، وبهذا يختفي أثر عامل خط العرض، ويظهر فعل المؤثرات البحرية، حيث تنخفض درجة حرارة مياه الخليج وما يلامسها من هواء في الصيف عن اليابس القطري المجاور رغم تزايد الرطوبة في الجو.

المدى الحراري الشهري والسنوي:

(الفرق بين متوسطي النهاية العظمى والصغرى)

يشير (الجدول الملحق رقم ٤-١) و (الشكل رقم ٤-٦ أ، و) إلى التالي:

١- المدى الحراري السنوى كبير في الداخل، إذ يتراوح بين (١٤,٧°، ١٤,١°)م في موقعي رصد روضة الفرس والعطورية، بسبب حالة الجفاف السائدة، أما الساحل فتمثله الدوحة وأبو سمرة ومسيعيد، فيقل فيها جميعا المدى الحراري السنوي ليصل إلى (١٠,٩°، ١١,٥°، ١٢,٨°)م على التوالي، ويعزى ذلك إلى المؤثرات البحرية التي تقلل من الفروقات الحرارية.

٢- الفرق بين قيم المدى الحراري السنوي لمعظم مواقع الرصد يتفاوت بين (٦,٠°)م في الداخل، (١,٥°)م على الساحل، وحوالي (٣,٨) درجة مئوية بين الساحل والداخل، وهذا يعني وجود فروقات حرارية ملموسة رغم صغر مساحة قطر.

٣- يتزايد المدى الحراري السنوي بمعدل (٠,٩) درجة مئوية كلما ابتعدنا عن الساحل بمقدار (١٠) كم باتجاه الداخل، كما أن درجات الحرارة الدنيا تقل أثناء ليالي الصيف بمعدل (٣-٤) درجات مئوية في الداخل عنها على الساحل (Pike, J.G. 1977, p. 54).

٤- يبلغ المدى الحراري أقصاه في شهر سبتمبر بالنسبة لمواقع رصد روضة الفرس والعطورية وأبو سمرة، حيث سجلت (١٧,٤°، ١٦,٥°، ١٣,٢°) م. على التوالي، بينما يمثل كلا من شهري يونيو ويوليو موقعا رصد الدوحة ومسيعيد بمدى حراري يبلغ (١٣,٣°، ١٨°)م بالترتيب، وهي مؤشرات على أن قمة المدى الحراري تظهر مبكرا على الساحل الشرقي لقطر، في حين يتأخر ظهورها بالاتجاه نحو الوسط والغرب، أما أدنى قيم للمدى الحراري فيبدو أنها تتفاوت ما بين أشهر يناير في الدوحة وروضة الفرس (٨,٧°، ١١,٣°)م، وفبراير في أبو سمرة (٩,٧°)م، وديسمبر في العطورية (١٠,٥°)م.

٥- يتدرج منحنى متوسط المدى الحراري الشهري (شكل رقم ٤-٦) في الارتفاع - رغم التفاوت الواضح في مدى هذا الارتفاع - ابتداء من شهر يناير، ثم

يبدأ الخط البياني للمدى في الهبوط فيما بعد سبتمبر باستثناء منحنى مسيعيد الذي ينحدر فيه الخط البياني بشكل مفاجئ بعد شهر يوليو ليسير والمعدل السنوي حتى أواخر نوفمبر، ثم يفترقان حال انخفاض المدى الحراري في شهر ديسمبر بمقدار (٣ْ)م عن المعدل.

لا يقتصر التباين في درجات الحرارة بين الساحل والداخل، بل يتمثل كذلك بين السواحل الشرقية لقطر وسواحلها الغربية، فنلاحظ - خلال العام - أن درجات الحرارة في حديها الأدنى والأعلى تقل على طول السواحل الغربية بمعدل (٣ْ-٤)م عن معدلها على السواحل الشرقية، ويرجع ذلك إلى تعرض السواحل الغربية لهبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية الباردة المصاحبة للجبهات القادمة من الشمال والغرب، في حين تقع السواحل الشرقية والجنوبية الشرقية في ظل هذه المؤثرات، علاوة على أنها (السواحل الشرقية) تخضع لحرارة الهواء الأفقية الدفيئة التي تعمل على ارتفاع درجات الحرارة، علما بأن مصدر هذه الظاهرة المناطق الداخلية التي يشيع ظهورها في فصل الصيف.

يبدو أن توزيع درجات الحرارة في بعض دول الخليج متشابها نوعا ما؛ إذ يتضح أن العامل البحري ليس له أثر صريح في تعديل درجات الحرارة، ففي جزر البحرين يزداد معدل الحرارة في أشهر الصيف بشكل واضح، بحيث تقترب من (٣٤,٣ْ)م، بينما تقع حرارة الشتاء في حدود (١٥,٩ْ)م، وبالتالي فإن المدى الحراري يبدو كبيرا، فيبلغ حوالي (١٧,١ْ)م، (**عادل عبد السلام، مناخ البحرين، ص١١٤**).

بينما يبرز أثر الموقع الفلكي على امتداد المحور الطولي للخليج العربي من الجنوب إلى الشمال واضحا على حرارة الصيف والشتاء، إذ تزداد الفروقات الحرارية كلما ابتعدنا عن خط الاستواء شمالا وجنوبا، وبناء عليه فإن المدى الحراري الشهري (**الفرق بين أكثر الشهور وأقلها حرارة**) يبلغ في الشارقة وأبو ظبي (١٥,٥ْ، ١٥,٨ْ)م على التوالي (**عبد الملك الكليب، مناخ الخليج العربي، ١٩٩٠، ص٤٥**)، وفي قطر (١٨,٤ْ)م، وفي الظهران (١٩,٣ْ)م، وفي الكويت (٢٤,٤ْ)م.

يلاحظ أن المدى الحراري الشهري يزداد بالاتجاه شمالا في الخليج العربي، بعكس متوسط درجة الحرارة الشهري الذي يقل في نفس الاتجاه، وقد يرجع انخفاض

المدى الحراري في الأجزاء الجنوبية من منطقة الخليج العربي إلى ارتفاع درجات النهاية الصغرى خلال الشتاء، وانخفاض درجات النهاية العظمى خلال الصيف.

٢-الضغط الجوي والرياح:

(أ) الضغط الجوي:

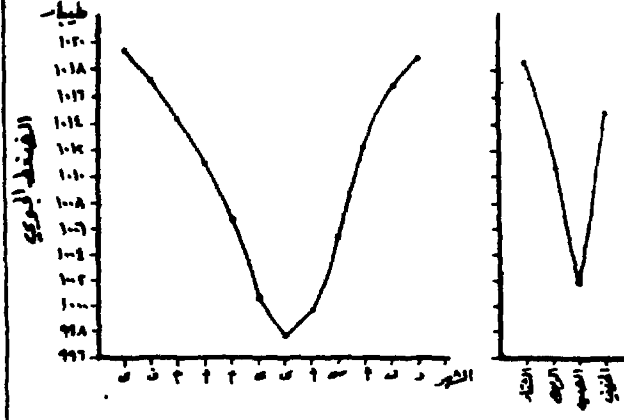
تخضع قطر نظرا لعلاقاتها المكانية بمساحات عظيمة الاتساع من اليابس تحدها من الشرق والشمال والغرب، بغض النظر عن كونها شبه جزيرة، لتأثير نطاقات متباينة من الضغط الجوي في فصلي الشتاء والصيف، وباحتمالات التعرض لغزو الكتل الهوائية الباردة من الشمال، والكتل الهوائية الساخنة من الجنوب، ولعل من الطبيعي حيال ذلك أن يكون موقع قطر الجغرافي مدعاة لقدر كبير من التجانس بين حالة الضغط الجوي فيها وبين حالة الضغط الجوي على وسط وجنوب آسيا وجزيرة العرب.

فقبل أن نحاول تحليل خرائط الضغط الجوي نعرض لحالة الضغط الجوي كما سجلها موقع رصد مطار الدوحة الدولي، وهو الموقع الوحيد الذي رصد بيانات عن الضغط الجوي للفترة من ١٩٧٤-١٩٩٤، فمن **(الشكل رقم ٤-٧أ-د)** نستخلص الخصائص التالية:

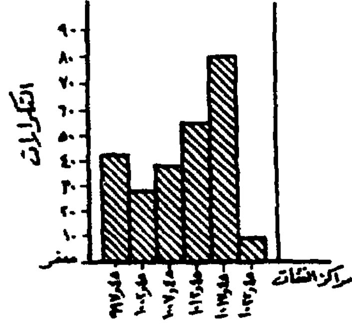
١- يبلغ المعدل السنوي العام للضغط الجوي للفترة حوالي (١٠١٠) مليبار، وهي قيمة متوسطية تزيد على حوالي (٤٢,٩٪) من تكرارات المتوسط السنوي خلال المدة (٢١ عاما)، بينما تقل عن (٤٧,٦٪).

٢- ينخفض المعدل الشهري للضغط الجوي إلى أدنى قيمة له في شهر يوليو، حيث يصل إلى (٩٩٧,٧) مليبار، ويبدو شكل المنحنى (رقم ٤-٧أ) على هيئة قمع يضيق عند أسفله ويتسع بالاتجاه نحو الفوهة، ومنه يتبين أن متوسط الضغط الجوي يتناقص ابتداء من شهر يناير حتى يوليو بمعدل (٣,٦) مليبار، في حين يتزايد من يوليو باتجاه ديسمبر بمعدل (٤,٢٤) مليبار.

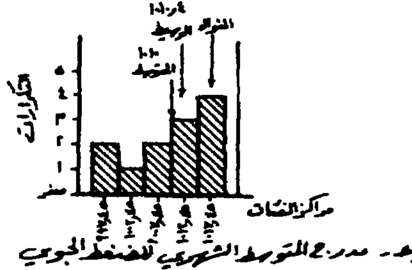
٣- من قراءة **(المدرجات التكرارية رقم ٤-٧ب، جـ)** لفئات المتوسط اليومي والشهري للضغط الجوي يخيل إلي أن الفئة الثانية من توزيعات المتوسط الشهري، والفئة السادسة من توزيعات المتوسط اليومي أقلها على الإطلاق،



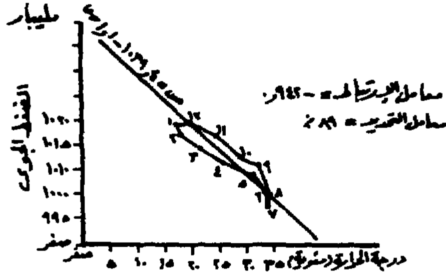
أ - منحنى الضغط الجوي في الدوحة للفترة ١٩٧٤-١٩٩٤



ب - مدرج المتوسط اليومي للضغط الجوي في الدوحة للفترة ١٩٦٦-١٩٩٤



جـ - مدرج المتوسط الشهري للضغط الجوي



د - العلاقة بين المتوسط الشهري لكل من الحرارة والضغط الجوي

شكل رقم (٤-٧)

خصائص الضغط الجوي في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٧٤-١٩٩٤)

بينما تمثل الفئة الخامسة في كلا التوزيعين ما نسبته (٣١,٧٪، ٣٣,٣٪) على التوالي، وأن الفئتين الرابعة والخامسة في كل من التوزيعين مجتمعتين تشغلان نسبة تبلغ بين (٥٣,٥٪، ٥٨,٣٪) على التوالي.

٤- يلاحظ من (الشكل ٤-٧ب، جـ) أن التوزيع في كل منها يلتوي التواء سالبا، أي أن التوزيع غير متوازن لميله نحو اليسار، بمعنى أن قمتيهما تتجهان إلى يمين المركز، وذيلهما صوب اليسار، وفي هذه الحالة يتميز بنمط نسبي في توزيع المتوسطات، إذ يقع الوسيط في منتصف التوزيع، ويقع المتوسط على يساره، والمنوال على يمينه.

٥- من (شكل رقم ٤-٧د) يتضح أن العلاقة الدالية بين متوسط درجة الحرارة الشهرية والمتوسط الشهري للضغط الجوي في موقع رصد الدوحة علاقة عكسية (سالبة) بلغت (-٠,٩٤٢)، أي أنه مع تزايد درجة الحرارة ينخفض الضغط الجوي، والعكس صحيح، ويبدو أن هذه العلاقة قوية بدليل معامل التحديد الذي بلغ (٠,٨٩)، بمعنى أن ٨٩٪ من الاختلافات التي تحدث لمتوسط الضغط الجوي تعود إلى الاختلافات التي تتعرض لها درجات الحرارة، وأن (١١٪) من الاختلافات تعود إلى نسبة بخار الماء العالق في الجو، فزيادة كمية بخار الماء في الهواء تؤدي إلى انخفاض مقدار الضغط الجوي وخفة وزنه.

٦- يلاحظ أن متوسط الضغط الجوي الخاص بأشهر مايو ويونيو وأغسطس وديسمبر، تتفق في تغيراتها وقيم درجات الحرارة في ذات الأشهر، بدليل وقوعها على خط الانحدار، في حين تزيد متوسطات الضغط الجوي في أشهر سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر على القيم المتوقعة، وأن (٤٢,٧٪) من المدة تقل قيمها عن القيم المتوقعة بحكم أنها تقع بعيدا على يسار خط الانحدار.

٧- من المعروف أن مقدار الضغط الجوي العادي عند مستوى سطح البحر يعادل (١٠١٣,٢) مليبار، ويمثله رقم (١) الذي يعرف بوحدة الجو Atmospher، لذا نحاول من خلال الجدول التالي مقارنة المتوسطات الشهرية للضغط الجوي في مطار الدوحة مع المقاييس المختلفة:



جدول رقم (٤-١٢)

مقارنة قيم المتوسط الشهري للضغط الجوي مع بعض المقاييس المختلفة

الشهر	المتوسط الشهري للضغط الجوي (مليبار)	ما يقابله من المقاييس المختارة[1]			الضغط بالرطل
		بوصات	ستيمترات	الرقم الجوي	
يناير	١٠١٩,٣	٣٠,١٠	٧٦,٤٦	١,٠٠٦	١٤,٧٩
فبراير	١٠١٧,٣	٣٠,٠٤	٧٦,٣١	١,٠٠٤	١٤,٧٦
مارس	١٠١٤,٤	٢٩,٩٦	٧٦,٠٩	١,٠٠١	١٤,٧٢
ابريل	١٠١١,٠	٢٩,٨٦	٧٥,٨٤	٠,٩٩٨	١٤,٦٧
مايو	١٠٠٦,٨	٢٩,٧٣	٧٥,٥٢	٠,٩٩٤	١٤,٦١
يونيو	١٠٠٠,٦	٢٩,٥٥	٧٥,٠٦	٠,٩٨٨	١٤,٥٢
يوليو	٩٩٧,٧	٢٩,٤٦	٧٤,٨٤	٠,٩٨٥	١٤,٤٨
اغسطس	٩٩٩,٥	٢٩,٥٢	٧٤,٩٧	٠,٩٨٧	١٤,٥٠
سبتمبر	١٠٠٥,٥	٢٩,٦٩	٧٥,٤٢	٠,٩٩٢	١٤,٥٩
أكتوبر	١٠١٢,٤	٢٩,٩	٧٥,٩٤	٠,٩٩٩	١٤,٦٩
نوفمبر	١٠١٦,٨	٣٠,٠٣	٧٦,٢٧	١,٠٠٤	١٤,٧٥
ديسمبر	١٠١٨,٩	٣٠, ٩	٧٦,٤٣	١,٠٠٦	١٤,٧٨

(١) المصدر: Howard, J. Critchfield, 1966, "General Climatology" p. 74.

ومن (الجدول رقم ٤-١٢) يتضح:

١- أن كثافة الهواء حسب سجلات مطار الدوحة الدولي تقترب من القيم المعيارية في شهري مارس وأكتوبر، حيث سجلت (٩) حالات في مارس، أي ما يعادل (٤٢,٩٪) من المدة، كانت فيها قيم الضغط تتفق والقيم المعيارية (١٠١٣,٢ مليبار، ٧٦ سم/زئبق، ٢٩,٩٢ بوصة، ١ جو، ١٤,٧ رطل) وسجلت في شهر أكتوبر (١١) حالة، أي أن نسبة (٥٢,٤٪) من المدة تساوت فيها القيم تقريبا مع القيم المعيارية.

٢- يتبين أن المتوسط الشهري لمقدار الضغط الجوي في الدوحة لا يزيد في شهر يناير وهو أبرد الشهور على (٣٠,١٠) بوصة ولا يقل عن (٢٩,٤٦) بوصة.

٣- من الواضح أن (٤١,٧٪) من المدة (المدة ١٢ شهرا) يزيد فيها مقدار الضغط الجوي على الرقم الجوي (١).

٤- يتبين أن بعض قيم المتوسطات اليومية في شهري يناير وديسمبر يزيد فيها متوسط الضغط على (٣٠,١٨) بوصة، في حين قد يصل بعضها إلى (٢٩,٤١) بوصة كما حدث في يوليو ١٩٨٨.

التوزيع الأفقي للضغط الجوي:

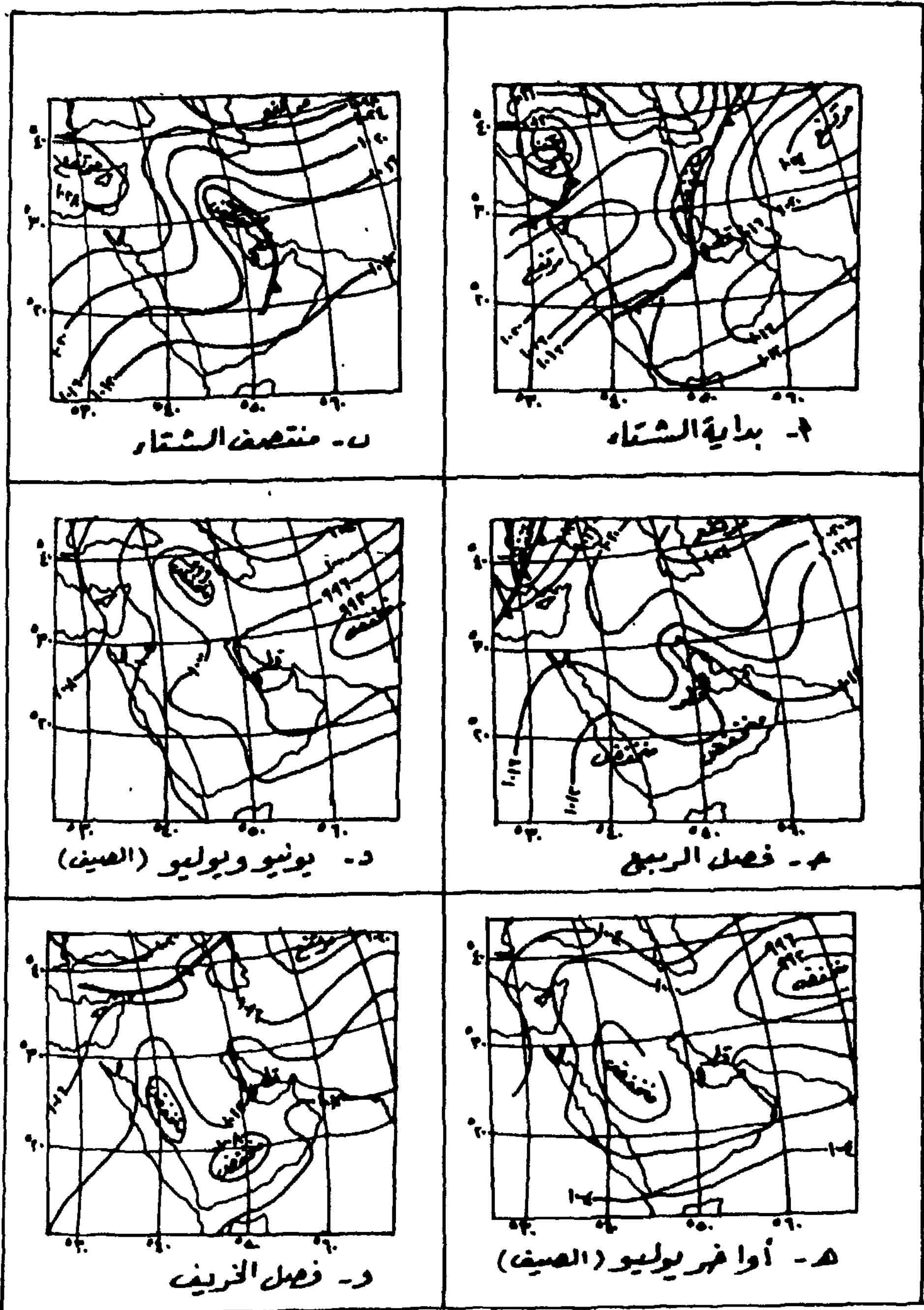
بعد أن عرضنا لحالة الضغط الجوي من واقع سجلات مطار الدوحة، نتعرف على توزيع الضغط الجوي على فصول السنة، ليس في قطر فحسب، بل نتطرق لمنطقة الخليج والجزيرة العربية نظرا للتشابه الكبير في توزيع نطاقات الضغط الجوي.

في فصل الشتاء:

تخضع قطر ومنطقة الخليج العربي والجزيرة العربية في فصل الشتاء لتأثير نطاقين من الضغط الجوي المرتفع، يمتد **الأول وهو الضغط المرتفع السيبيري**: فوق وسط آسيا شرقا، وقد يقترب من منطقة الخليج العربي، ويتمركز **الثاني وهو الضغط المرتفع الأزوري** حول جزر الأزور في المحيط الأطلسي، ويمتد شرقا ليشمل معظم شمال أفريقيا والبحر الأحمر، وقد يلتحم بالمرتفع السيبيري ليُكَوِّنا معا نطاقا واحدا من الضغط المرتفع (**الشكل رقم ٤-٨أ، ب**)، وربما تسمح الظروف الطبيعية في الشتاء بظهور مرتفع ثانوي فوق شبه الجزيرة العربية، ومن هذه الظروف: الانخفاض السريع لدرجات الحرارة إذا ما قورنت بحرارة مياه البحار المجاورة. كما يتطور فوق منطقة الخليج العربي ضغط منخفض جزئي يغطي النصف الشمالي منه؛ وذلك لارتفاع درجة حرارة مياهه عما جاورها من اليابس، إضافة إلى نطاقات الضغط المرتفع السابقة، يتمركز نطاق من الضغط المنخفض فوق بحر العرب والمحيط الهندي، وذلك جنوب القارة الآسيوية يطلق عليه الركود الاستوائي Doldrum.

في فصل الربيع:

وهو فصل انتقالي، قد يحتفظ بخصائص الضغوط التي كانت سائدة في فصل الشتاء، فالمرتفع الجوي السيبيري يتحول بسبب تزايد درجات الحرارة فوق اليابس إلى خلايا صغيرة من الضغط المرتفع، كما يبدأ ضغط جوي منخفض في الظهور على هيئة خلايا منفصلة فوق الأجزاء الجنوبية من شبه الجزيرة والخليج العربي وشمال غرب الهند (خريطة رقم ٤-٨جـ)، ومن الجدير بالملاحظة أن أهم المنخفضات الجوية ما ينشأ في هذا الفصل فوق شبه الجزيرة العربية، فإذا اتحدت مع المنخفضات القادمة من المتوسط فإن أنماطا معقدة من الضغط الجوي تظهر في المنطقة نتيجة ذلك.



شكل رقم (٤ - ٨)

خرائط توزيع نطاقات الضغط الجوي على فصول السنة

في فصل الصيف:

تتعرض قطر ومنطقة الخليج العربي في نهاية شهر مايو (شكل رقم ٤-٨د، هـ) للتسخين الشديد نظرا لطول فترة النهار وتزايد الإشعاع الشمسي، وبذلك تتحكم في اتجاهات الرياح نطاقات من الضغط الجوي المنخفض تتمركز فوق جنوب آسيا، وتغطي كلا من شمال غرب الهند وباكستان وإيران، وقد يتسع كثيرا ليشمل شبه الجزيرة العربية حتى البحر الأحمر وأجزاء من العراق وبلاد الشام وسواحل البحر المتوسط.

ومع ارتفاع درجات الحرارة في أواخر شهر يوليو ينقسم هذا النطاق إلى قسمين للضغط الجوي المنخفض، يتمركز أحد هذه الأقسام فوق شمال غرب الهند (إلى الشرق من الخليج)، ويتشكل الآخر فوق وسط شبه جزيرة العرب. وقد ينشأ مرتفع جوي يمتد من بحر قزوين ليغطي الهضبة الإيرانية وأجزاء من الخليج العربي وخاصة الشمالية منه، ومن المحتمل أن يعود المنخفض الموسمي في أغسطس وأوائل سبتمبر على فترات متقطعة (**عبد الملك كليب، مناخ الخليج، ص٣٨**).

في فصل الخريف:

يتبدل الوضع في فصل الخريف، حيث يأخذ الضغط المنخفض الموسمي بالضعف والانكماش والتفكك إلى خلايا صغيرة، يتمركز فوق جنوب وغرب شبه جزيرة العرب (**خريطة رقم ٤-٨ و**)، متفقا مع النظام الحراري السائد في هذا الفصل، وتنشأ مع قدوم فصل الخريف ضغوط مرتفعة فوق وسط آسيا وشرق أوربا، حيث تتسع وتمتد نحو الجنوب لتضع الخليج العربي في مجال المنخفضات الجوية التي يبدأ تأثيرها في بداية شهر نوفمبر تقريبا.

(ب) الرياح:

نظرا لطبيعة توزيع نطاقات الضغط الجوي فوق قطر ومنطقة الخليج والجزيرة العربية، فإن الرياح التي تهب على قطر تعكس الخصائص المتشابهة والصفات المكتسبة لها، وفيما يلي دراسة لأنواع الرياح مصنفة حسب فصول السنة:

في فصل الشتاء:

تهب على قطر في الغالب رياح شمالية أو شمالية غربية، وقد تتعرض لهبوب رياح شرقية أو جنوبية شرقية، وتتميز رياح الشتاء بخصائص يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٤-١٣)

المتوسطات الشهرية والمعدل السنوي لسرعة الرياح في مواقع رصد مختارة عقدة/ الساعة(*)

الشهر / الموقع	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	متوسط سنوي
الدوحة	٨,٦	٩,١	٩,٤	٩,١	٩,٧	١٠,٦	٨,٦	٨,٥	٦,٨	٧,٢	٧,٨	٨,٣	٨,٧
روضة الفرس	٢,٢	٢,٤	٢,٥	٦,٢	٣,٠	٣,٧	٢,٨	٢,٧	١,٩	١,٩	١,٨	٢,١	٢,٥
العطورية	٥,٦	٦,٤	٦,٤	٦,٠	٧,٠	٨,٢	٦,٧	٦,١	٤,٤	٤,٥	٤,٧	٥,٥	٦,٠
أبو سمرة	٥,٨	٦,٣	٦,٢	٦,٠	٥,٩	٦,٣	٥,٠	٥,١	٤,٤	٤,٤	٥,٢	٥,٧	٥,٥

(*) العقدة = ١,٨٥ كم/ الساعة.

من (الجدول رقم ٤-١٣) و(الجدول الملحق رقم ٤-٢) يتبين التالي:

١- يتراوح المتوسط الشهري لسرعة الرياح في الدوحة للفترة (١٩٧٤-١٩٩٣) بين (٨,٣) عقدة/ الساعة في شهر ديسمبر، (٨,٦) عقدة/ الساعة في شهر يناير، بينما تزداد قليلا في فبراير، فتبلغ (٩,١) عقدة/ الساعة، أما في مواقع رصد روضة الفرس والعطورية وأبو سمرة فقد بلغ المتوسط (٢,٢، ٥,٨، ٥,٩) عقدة/ الساعة على التوالي للفترة (١٩٨٠-١٩٩٢).

٢- الرياح التي تندفع من أواسط آسيا باتجاه الخليج والجزيرة العربية في فصل الشتاء تكون قطبية قارية، وما دامت قادمة من هذه المناطق فمن المتوقع أن يكون اتجاهها شمالية شرقية، إلا أن امتداد جبال زاجروس - الواقعة إلى الشرق من حوض الخليج العربي - على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، واتخاذ شبه جزيرة العرب نفس الاتجاه، جعل منها رياحا شمالية غربية.

٣- يلاحظ أن تكرارات الرياح الشمالية الغربية تتراوح في الدوحة ما بين (٣٨,٨٪ و ٤٩,٧٪)، أما الرياح الشمالية فتبلغ بين (٨,٩٪ و ١١٪)، وتعمل هذه الرياح على خفض درجات الحرارة التي قد تصل في بعض ليالي شهر يناير إلى أقل من (٥) درجات مئوية.

٤- قد تتعرض قطر ومنطقة الخليج العربي لرياح شديدة السرعة تصل إلى (٢٥)عقدة/ الساعة، ترتفع هذه القيمة ما بين (٣٥-٤٥) عقدة/ الساعة إذا كانت الرياح الشمالية الغربية في صحبة المنخفضات الجوية، وخاصة الرعدية منها، ومن الجدير بالملاحظة أن تحرك المنخفضات الجوية باتجاه الشرق يؤدي إلى اندفاع تيارات هوائية في مقدمة المنخفض يكون اتجاهها جنوبية شرقية بحرية دفيئة قادمة من المحيط الهندي، سرعان ما تتحول إلى شمالية غربية بعد اكتمال الإعصار Occlusion.

٥- يبدو أن تكرارات الرياح الشرقية في الدوحة (فبراير) لاتزيد على (٦,٤٪)، في حين تتراوح تكرارات الرياح الجنوبية الشرقية بين (١٣,٤٪ - ١٧٪)، هي رياح معتدلة في سرعتها قد تصل إلى (٥)عقدة/ الساعة، وما يميز هذه الرياح أنها تؤدي إلى تشكل الضباب في مدينة الدوحة بحكم ارتفاع الرطوبة في الهواء القادم من البحر من ناحية، واحتكاكه عند مروره على اليابسة بسطح أكثر برودة من ناحية ثانية.

في فصل الربيع:

يستمر هبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية على قطر ومن خصائصها:

١- يبلغ المتوسط الشهري لسرعة الرياح الشمالية الغربية في موقع رصد الدوحة (٩,٤) عقدة/ الساعة في مارس، (٩,١) عقدة/ الساعة في أبريل، تقل سرعة هذه الرياح حسب تسجيلات موقعي العطورية وأبو سمرة، فتتراوح بين (٤-٦,٦) عقدة/ الساعة، أما في موقع رصد روضة الفرس، فيبدو أن الرياح الشمالية هي السائدة في فصل الربيع، إذ يبلغ معدل سرعتها في مارس وأبريل بين (٢,٥-٢,٦) عقدة/ الساعة **(راجع الجدول رقم ٤-١٣)**.

٢- يلاحظ من سجلات مطار الدوحة أن نسبة حدوث الرياح الشمالية الغربية في الربيع أقل مما درجت عليه في الشتاء، إذ تتراوح بين (٣٢,١٪ - ٢٦٪) في شهري مارس وإبريل، في حين تفوقت الرياح الشمالية في هذين الشهرين عن أشهر الشتاء، فسجلت نسبا تراوحت بين (١٣,١٪ و ١٦,٦٪) على التوالي.

٣- يتبين في هذا الفصل مدى ارتفاع نسبة حدوث الرياح الشمالية الشرقية والشرقية في موقع رصد الدوحة عن شهور فصل الشتاء، إذ بلغت بالنسبة

للأولى بين (٦, ١٥٪ و ٤, ١٦٪) في شـهري مـارس وإبريل، بينما سـجلت بالنسبة للثانية (٤, ٨٪ و ٦, ٧٪) على التوالي.

٤- يبدو أن ارتفـاع درجات الحـرارة التي قد تصل في شـهر أبريل إلى أكـثر من (٤٠) م أحيانـا من مؤشرات ارتفاع نسـبة هبوب الرياح الجنوبية الغـربية التي بلغت تكراراتها (٢, ٧٪) مقارنة بتكرارات شهر مارس التي بلغت (٢, ٥٪).

٥- تنشط في هذا الفـصل الجبهـات الهوائية، حـيث يتشكل منخـفض جوي إلى الشمال الغربي من حوض الخليج العربي وفوق شبه جزيرة العرب، فإذا تفاعل مع المنخفض الجوي لشرق المتوسط، تكون الرياح الشمالية الغربية المصاحبة له قوية، والأمطار غزيرة، ويتميز الجو بعدم الاستقرار، ويزداد هبوب العواصف الترابية المصاحبة في كثير من الأحيان للجبهات الجافة الباردة.

في فصل الصيف:

نظرا لهيمنة واتساع المنخفض الجوي المتمـركز فوق شمال غرب الهند، تسود المنطقة في هذا الفصل رياح لها خصائص متميزة نوردها في التالي:

١- تسيـطر الرياح الشمـالية الغـربية في بدايتـه (مايو ويونيـو)، إذ تتراوح نسـبة حـدوثها بين (٤, ٣١٪ و ٢, ٤٤٪)، وتبلـغ سرعـتهـا بين (٧, ٩ و ٦, ١٠) عقـدة/ الساعـة على التوالي، وفي نهـاية الفصل (سـبتـمبـر) تنخفض نسـبة تكرارتها فتـبلغ حوالي (٨, ١٨٪)، وتقل سرعتـها التي لا تزيد على (٨, ٦) عقدة/ الساعة.

٢- تزداد نسبـة حدوث الرياح الشمـالية لتصـل إلى أوج تكراراتها في شهـر مايو فتـبلغ (٣, ١٩٪)، ثم تتناقص النسبـة خلال بقيـة أشهر الصيف بمعدل يبلغ (٢, ١٪)، كما يلاحظ أن نسبة هبوب الرياح الشرقيـة والشمالية الشرقية تأخذ في التـزايد كلما اقـتربنا من نهـاية فصل الصـيف مع بعض التجـاوزات التي تحدث في شهـر يوليو لكلا الاتجاهين، فالرياح الشـرقية تبلغ نسبتـها في مايو (٥, ٥٪)، تتضـاعف نسبتـها في سبتـمبر لتـصل إلى (١, ١١٪)، أما الرياح الشـماليـة الشرقـية التي تبلغ نـسبـة هبوبهـا في مايو (١٨٪) تصل حـوالي (٧, ٢٤٪) في شهر سبتمبر.

لعل هذه الخصائص (التزايد) تفسر لنا مدى التغير الذي يحدث لنطاقات الضغط الجوي في هذا الفصل، فمع ضعف المنخفض الموسمي، يتطور مرتفع جوي فوق بحر قزوين ليشمل الهضبة الإيرانية وأجزاء من حوض الخليج العربي، فيتسبب في هبوب رياح شرقية أو شمالية شرقية على قطر، أما الرياح الجنوبية فيبدو أنها تضعف وبشكل ملحوظ في شهر يونيو حيث لا تزيد نسبة هبوبها على (٧, ٠٪).

٣- في النصف الثاني من فصل الصيف وخاصة في أشهر يوليو وأغسطس وسبتمبر تتزايد نسبة الرياح الساكنة من (٩, ٣٪) إلى (٥, ٥٪)، ولهذا تتأثر قطر بالمؤثرات المحلية، خاصة ما ينجم عن التفاوت في درجات الحرارة بين اليابس ومياه الخليج المجاورة، فينشط ما يعرف بنسيم البر والبحر ابتداء من النصف الثاني لشهر يوليو مع التزايد الملحوظ في نسبة الرياح الساكنة، كما ترتفع نسبة الرطوبة الجوية في هذه الفترة يصاحبها ارتفاع في درجات الحرارة مما يجعل الجو مرهقا إلى حد كبير.

في فصل الخريف:

نتيجة لضعف المنخفض الموسمي وتفككه، وحركة الشمس الظاهرية وابتعادها لتتعامد على مدار الجدي، فإن المرتفع الجوي فوق قارة آسيا يبدأ في التشكل، الأمر الذي يؤدي إلى زحزحة نطاقات الضغط المنخفض نحو الجنوب فوق المحيط الهندي، وذلك لدفء مياهه مقارنة باليابس المجاور، ولهذا تتباين الرياح نوعا وتوزيعا واتجاها وسرعة خلال هذا الفصل، فمن خصائصه:

١- مع استمرار سيطرة الرياح الشمالية الغربية والشمالية والشمالية الشرقية، تنشط الرياح الجنوبية الشرقية بشكل واضح، حيث تبلغ نسبة هبوبها في شهري أكتوبر ونوفمبر (٧, ١١٪، ٢, ١١٪) على التوالي.

٢- يتراوح المتوسط الشهري لسرعة الرياح بين (٢, ٧ و ٨, ٧) عقدة/ الساعة حسب سجلات مطار الدوحة الدولي، وبين (٩, ١ و ٨, ١) عقدة/ الساعة في موقع رصد روضة الفرس، وبين (٤, ٤ و ٢, ٥) عقدة/ الساعة في موقعي أبوسمرة والعطورية.

٣- يلاحظ أن نسبة حدوث الرياح الشمالية تنخفض إلى (١, ٢٤٪) في شهر أكتوبر مقارنة بما كانت عليه في أشهر الصيف، إلا أنها تستعيد نشاطها في

شهر نوفمبر لتصل إلى (٣٦,٥٪)، وهناك تزايد طفيف في نسبة هبوب الرياح الجنوبية، حيث تتراوح بين (٣٪ و ٣,٢٪)، هذه الزيادات التي طرأت تكون على حساب الرياح الشرقية والجنوبية الشرقية.

٤- يظهر مع ثبات نسبة الرياح الساكنة في أكتوبر تأثير نسيمي البر والبحر حيث يرتبط تكرار حدوثهما بتزايد عدد أيام ظهور الضباب.

بعد هذا العرض عن أنواع الرياح وخصائصها في قطر بصفة عامة، نحاول دراسة الرياح بشيء من التفصيل في مدينة الدوحة؛ نظرا لتوافر البيانات التي تشرف على تسجيلها وتعدها إدارة الأرصاد الجوية، حيث تتفاوت فترة التسجيل الخاصة بمفردات الرياح حسب التالي:

* فترة تسجيل المتوسط اليومي والشهري لسرعة الرياح (١٩٧٤-١٩٩٤).
* فترة تسجيل اتجاه الرياح مقابل سرعتها (١٩٧٦-١٩٩٤).
* فترة تسجيل عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة وتمتد من (١٩٦٢-١٩٩٤).
* فترة تسجيل العواصف الرملية (١٩٦٢-١٩٩٤).

وفيما يلي دراسة لمفردات الرياح وخصائصها في الدوحة:

أولا: المتوسط اليومي لسرعة الرياح:

من (الجدول الملحق رقم ٤-٣) نستخلص التالي:

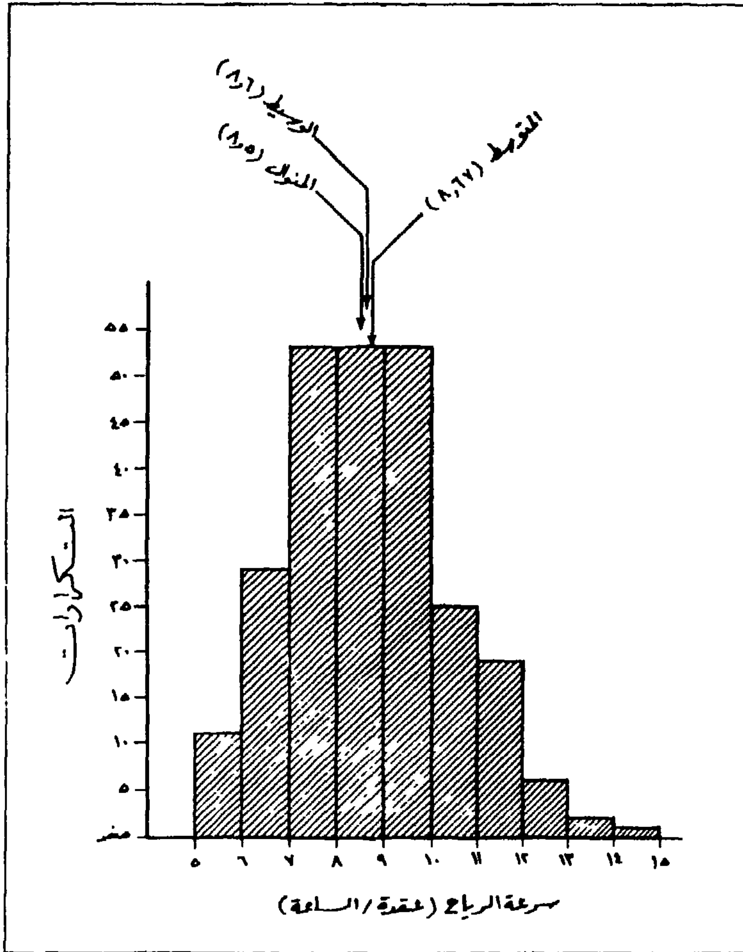
١- يتبين أن أعلى متوسط يومي لسرعة الرياح تَمَثَّل في شهر يونيو من عام ١٩٧٥، حيث بلغت القيمة (١٤,٥) عقدة/ الساعة، بينما بلغ أدنى متوسط يومي لسرعة الرياح (٥,١) عقدة/ الساعة في نوفمبر (١٩٧٩).

٢- رغم أن المتوسط اليومي لسرعة الرياح لا يبدي تدرجا في الزيادة أو العكس، وإنما يتفاوت من شهر إلى آخر تفاوته من سنة إلى أخرى، فنلاحظ أن المتوسط اليومي لسرعة الرياح في شهر فبراير - مثلا - يبلغ على مدى فترة التسجيل بين (٧,٤ و ١١,٤) عقدة/ الساعة، في حين يتراوح هذا المتوسط في شهر نوفمبر بين (٥,١ و ١٢,٢) عقدة/ الساعة، وأن عام ١٩٧٤ بغض النظر عن أي شهر أظهر تزايدا في المتوسط اليومي لسرعة الرياح تراوحت بين (٧,٦-١٣,٧) عقدة/ الساعة، انعكس في مجمله على تزايد المتوسط

السنوي، بينما سجلت الأرصاد في عام ١٩٩٣ أدنى المتوسطات اليومية لسرعة الرياح (٦, ٥-٨, ٩) عقدة/ الساعة.

٣- نلاحظ من الجدول الملحق نوعـا من التزايد النسبي في المتوسط اليـومي لسرعة الرياح، ولكنه ليس تزايدا رتيبـا - كما ذكرنا - ويتمـثل هذا التزايد في نهاية فصل الخريف ويستمر حتى شهرين من فصل الصيف.

٤- من خلال توزيع المتوسط اليـومي لسرعة الرياح إلى فئات، وتوقيـعه بيانيا في مدرج تكراري (شكل رقم ٤-٩)، لاحظنا أن مقاييس النزعـة المركزية تتركز



شكل رقم (٤-٩)
المدرج التكراري للمتوسط اليومي لسرعة الرياح في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

في فئة السرعة بين (٨ و ٩) عقدة/الساعة، ومن ترتيبها يتضح أن منحنى التوزيع موجب الالتواء Positive Skewness، أي أنه غير متكافئ على الجانبين، وأن المقاييس الثلاثة لا تتفق في قيمها، ويبدو أن تركز السرعة ينحصر في الفئات بين (٧ و ١٠) عقدة/ الساعة، حيث تشكل ما نسبته (٦٣,٠٦٪)، ومن هذه الفئات تتناقص السرعة على الجانبين بشكل حاد، إلا أن التناقص يغدو تدريجيا في الفئات العليا (١٢-١٣)، (١٣-١٤) عقدة/ الساعة.

ثانيا: المتوسطات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح:

لدراسة سرعة الرياح واتجاهاتها وتوزيعاتها الشهرية والسنوية، اعتمدنا مجموعة من الجداول نوردها على النحو التالي:

* الجدول الملحق (رقم ٤-٢) يمثل المعدلات الشهرية لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح وسرعتها في مدينة الدوحة، ومن بياناته الشهرية رسمنا وردة الرياح المثمنة (شكل رقم ٤-١٠آ)، ثم استخلصنا المعدلات السنوية لعدد مرات هبوب الرياح واتجاهاتها لرسم وردة رياح بسيطة (شكل رقم ٤-١٠ب)، أما محصلة الرياح (شكل رقم ٤-١٠جـ) فقد استعنا في استخراجها بالمعدل السنوي لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح، والموضحة في الجدول التالي:

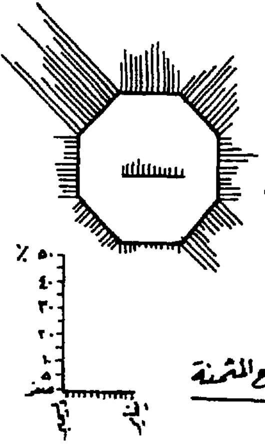
جدول رقم (٤-١٤)

المعدل السنوي لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح في الدوحة

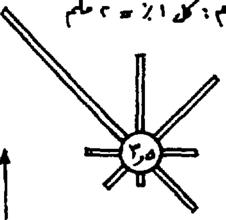
الشمال	الشمال الشرقي	الشرق	الجنوب الشرقي	الجنوب	الجنوب الغربي	الغرب	الشمال الغربي	السكون	المجموع
١٤,٢	١٦,١	٦,٦	١١,٢	٢,٥	٥,٧	٧,١	٣٣,١	٣,٥	٪١٠٠

* الجدول الملحق (رقم ٤-٣) يشير إلى المتوسطات اليومية والشهرية لسرعة الرياح في الدوحة للفترة (١٩٧٤-١٩٩٤) ومنه تم الحصول على المعدلات السنوية لسرعة الرياح والتي قمنا بتحويلها إلى فئات سرعة لتمثيلها في رسم بياني تخطيطي Diagram (شكل رقم ٤-١٠د).

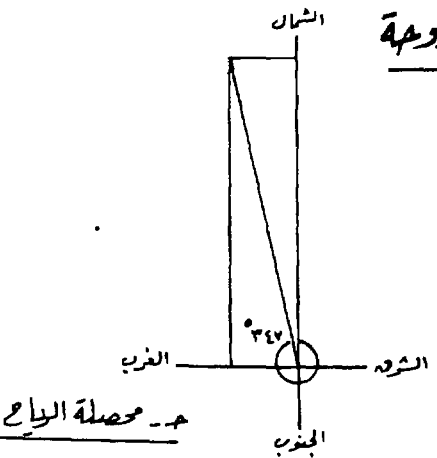
وردات الرياح ومحصلتها والرسم البياني التخطيطي للمتوسط السنوي لسرعة الرياح في الدوحة



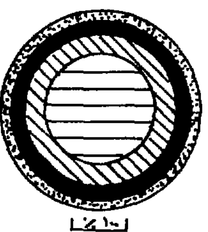
أ- وردة الرياح المثمنة



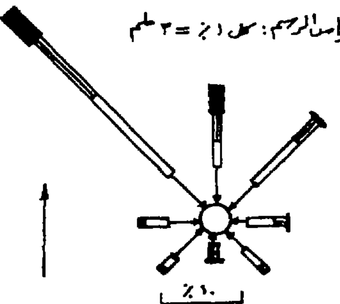
ب- وردة رياح بسيطة



جـ- محصلة الرياح



د- رسم بياني تخطيطي للمتوسط السنوي لسرعة الرياح .



هـ- وردة رياح مركبة حسب فئات السرعة

شكل رقم (٤-١٠)

* الجدول الملحق (٤-٤) يوضح توزيع معدل سرعة الرياح واتجاهاتها في مدينة الدوحة حسب الفئات، ومنه تم رسم وردة الرياح المركبة (رقم ٤-١٠هـ) Compound Wind Rose. ومن هذه الأشكال نتعرف على الخصائص التالية:

١- تعتبر الرياح الشمالية الغربية - تأكيدا لما سبق - الرياح السائدة في قطر، وهذا ما تعبر عنه محصلة الرياح (شكل رقم ٤-١٠جـ)، حيث بلغت قيمتها (٣٤٧).

٢- تأتي الرياح الشمالية والشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية حسب تكرارات هبوبها في المرتبة الثانية بعد الرياح الشمالية الغربية السائدة (شكل رقم ٤-١٠أ، ب)، بينما تشير وردات الرياح إلى أن الرياح الجنوبية أقلها على الإطلاق، تسبقها في سلم التكرارات الرياح الجنوبية الغربية.

٣- يلاحظ من وردة الرياح المثمنة (شكل رقم ٤-١٠ أ) أن نسب هبوب الرياح تتفاوت من شهر إلى آخر تفاوتها من جهة إلى أخرى، فالرياح الشمالية الغربية تتزايد تكرارات هبوبها بشكل ملحوظ في أشهر يناير ويونيو وديسمبر، وقد تضيف إليها تكرارات شهري فبراير ونوفمبر، في حين أنها تميل إلى السكون والثبات نوعا ما في سبتمبر، حيث تتناقص تكرارات هبوبها، أما الرياح الشمالية الشرقية فتنشط كما يبدو في أشهر الصيف الأخيرة (يوليو، أغسطس وسبتمبر) نتيجة تطور مرتفع جوي فوق بحر قزوين وهضبة إيران - كما أسلفنا - والذي تصل مؤثراته إلى مشارف الخليج العربي، في حين تضعف هذه الرياح شتاء، وخاصة في ديسمبر ويناير بسبب امتداد جبال زاجروس محوريا إلى الشرق من الخليج العربي.

وعلى النقيض من ذلك، فإن الرياح الجنوبية الشرقية تتزايد نسب هبوبها وتنشط في فصل الشتاء (ديسمبر، يناير وفبراير) وفي الربيع (مارس وأبريل) وفي الخريف (أكتوبر ونوفمبر) بينما تقل فاعليتها وتتناقص تكرارات هبوبها في فصل الصيف إلى درجة أنها قد تصبح ساكنة تقريبا في شهر يونيو، وهو أمر طبيعي ما دامت الرياح الجنوبية الشرقية تهب في مقدمة المنخفضات المتوسطية شتاء، ويزداد هبوبها في فصل الربيع نتيجة تقلص هيمنة الرياح الشمالية الغربية مع تفكك نطاقات الضغط المرتفع السيبيري (وسط آسيا) وتحوله إلى خلايا مبعثرة.

٤- تتفاوت سرعــة الرياح في الجهة الواحدة تفاوتها في مخـتلف الجهات، فالرياح الشمالـية الغربية والشـمالية (**شكل رقم ٤-١٠هـ**) تتمثل فـيها جمـيع فئات السرعة بشكل واضح، في حين تكون الفئة الرابعة (أكثر من ١٥ عقدة/ الساعة) في كل من الرياح الشمالية الشرقية والشرقـية ضئيلة، بينما تختفي في كل من الرياح الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية والغربية.

٥- من الملاحظ أن **الفئـة الأولى** (أقل من ٥ عـقدة/ الساعـة) تهيـمن على الرياح الجنوبية الغربية بنسـبة (٣,٥٪)، وتَرْجَح نسبتها في الرياح الشمالية (٧,٤٪)، والجنوبية الشرقـية (٧,٣٪)، أما **الفئة الـثانية** (٥-١٠) عقدة/ الساعـة فتسيطر على كل من الرياح الشمالية الغربية (١٣٪) والرياح الشمالية الشرقية (٨٪).

٦- تشكل الفئـة التي تزيد سرعتـها على (١٥) عقدة/ السـاعة نسبة واضـحة في الرياح الشمالية الغربية والشمالية، حيث تتراوح بين (٥٪، ٣٪) على التوالي، وتفسر لنا هذه الخصائص حـسب مقياس بيوفورت Beaufort أن قطر تتعرض لرياح تتراوح درجـاتها بين نسيم خـفيف إلى نسيم معـتدل Moderate، وقد تستقبل نسيما عليلا Fresh في بعض الأحيان.

٧- (**الشكل ٤-١٠د**) الممثل للمعدل السنوي العام لسرعـة الرياح، يبيِّن أن فئة السرعة أقل من (٨,٥) عقدة/ الساعة تشكل (٦١,٩٪) للفترة (١٩٧٤-١٩٩٤)، في حين لا تمثل فئة السرعة التي تزيد على (١٠,٥) عـقدة/ الساعة سوى (٤,٨٪)، ويبدو أن الفئة الثانية التي تتراوح فيها سرعة الرياح بين أكثر من (٨,٥) وأقل من (٩,٥) عقدة/ الـساعة تشغل ربع التكرارات، أي حـوالي (٢٣,٨٪)، لذا فإن أنواع الرياح التي تهب على قطر تتـمثل في رياح تتـراوح بين نسيم خـفيف Slight Breeze، ونسيم هادئ Gentle Breeze.

ثالثا: خصائص الرياح التي تزيد سرعتها على ٢٠ عقدة/ الساعة:

١- يبلغ معدل عدد الأيام التي تزيد فيهـا سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة في شهر يونيو حوالي (١١,٧) يوما للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، في حين لم يزد معدلها في شهر سبتمبر على (١,٩) يوما، هذه الخصائص تعكس من جانب قوة المنخفض المتمركز على شمـال غرب الهند في شهر يونيو، وهي رياح تثير

كثيرا من الغبار والعواصف الترابية، وتظهر من جانب آخر وخاصة في شهر سبتمبر خضوع المنطقة للمؤثرات المحلية كالتفاوت في درجة الحرارة، مما ينجم عنه حدوث ظاهرة نسيمي البر والبحر.

٢- يلاحظ أن معدل عدد الأيام في شهر مارس للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) بلغ (٨,٧) يوما، ويرتبط هذا المعدل بالجبهات الباردة النشطة أو العواصف الرعدية التي تتعرض لها قطر، وخاصة أن بعض المنخفضات -كما أوضحنا- تتشكل فوق شبه جزيرة العرب، وباتحادها مع تلك القادمة من المتوسط يكون لها تأثير كبير، وتصحبها رياح قوية، وقد تحدث في شهر مايو الذي بلغ معدل عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح أثناءه على (٢٠) عقدة/ الساعة حوالي (٨,٧) يوما كذلك.

٣- يتضح من (شكل رقم ٤-١١أ) أن قطر شهدت خلال عشر سنوات، (٣٠٪) من المدة حوالي (٤٢٧) يوما من الرياح التي تزيد سرعتها على (٢٠) عقدة/ الساعة، بمعدل سنوي (٤٢,٧) يوما، بيد أنها تعرضت خلال عامين أي (٦٪ من المدة) فقط لحوالي (٣٣٦) يوما من هذه الرياح، وهذا يعني أن (٣٠٪) من المدة تمثلها فئة الأيام التي تتراوح بين (٣١ و ٥١) يوما، وأن (٦٪) من المدة تمثلها فئة الأيام التي تتراوح ما بين (١٥١ و ١٩١) يوما.

٤- يتبين من استعراض (شكل ٤-١١ب) وجود حالتين متطرفتين (شاذتين)، حدثت الحالة الأولى عام ١٩٧٤، والثانية في عام ١٩٧٥، حيث تشكلان معا (١٤,٦٪) من مجموع عدد الأيام التي تعرضت فيها قطر للرياح التي تزيد سرعتها على (٢٠) عقدة/ الساعة على مدى (٣٣) عاما، تتزايد هذه النسبة مقارنة بعدد أيام السنة نفسها، فتتراوح ما بين (٤٧,٤٪ و ٤٤,٧٪) على التوالي، أما في عام ١٩٦٤ فقد تعرضت قطر خلاله لمثل هذه الرياح إلى (١٠٩) أيام، انخفضت إلى نسبة (٣٢٪) في عام ١٩٨٩م.

وفي محاولة للتعرف على الاتجاهات العامة لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة، استخدمنا المتوسطات المتحركة كل خمس سنوات للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، ثم قسمنا هذه الفترة إلى قسمين: الأول: من ١٩٦٢-١٩٧٧، والثاني بين ١٩٧٨ و ١٩٩٤، والنتائج نرصدها كالتالي:

(أ)

المنوال

المتوسط

كل نقطة تمثل = سنة واحدة

يوم ١٩١ ١٧١ ١٥١ ١٣١ ١١١ ٩١ ٧١ ٥١ ٣١ ١١

فئات السرعة

(ب)

يوم

عدد الأيام

صفر ٢٠ ٤٠ ٦٠ ٨٠ ١٠٠ ١٢٠ ١٤٠ ١٦٠ ١٨٠

السنوات

شكل رقم (٤-١١)

المدرج التكراري ومدرج عدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/الساعة
(موقع رصد الدوحة) للفترة ١٩٦٢ - ١٩٩٤

جدول رقم (٤-١٥)

الخصائص الأساسية لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة

الفترة	المعدل السنوي لعدد الأيام	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التغير	درجة التغير B	قيمة ت	المدة (سنة)
٦٢-٩٤	٦٩,٦٧	٣١,٦١	٥,٥٠	٤٥,٣٧	١,٩٢٥-	٢,٠٤-	٣٣
٦٢-٧٧	٩٢,٠٦	٣١,٦٢	٧,٩١	٣٤,٣٥	١,٦٦٩+	١,٧٥+	١٦
٧٨-٩٤	٤٨,٥٩	٩,٠٨٢	٢,٢٠	١٨,٦٩	١,٠١٥-	١,٧٤-	١٧

من الجدول السابق رقم (٤-١٥) والشكل رقم (٤-١٢أ-جـ) نقف على التالي:

١- يتضح أن الاتجاه العام (للفترة جميعها) يميل نحو التناقص في عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة، بدليل درجة التغير التي بلغت قيمتها (-١,٩٢٥)، وبما أن هذه القيمة المحسوبة أكبر من قيمة (ت) النظرية (-٢,٠٤)، فمعنى ذلك أنها لا تقع ضمن منطقة الرفض (الحرجة)، لذا فإن الاتجاه ذو دلالة إحصائية وفق البيانات المعتمدة.

٢- يلاحظ أن الفترة (١٩٦٢-١٩٧٧) تتجه نحو التزايد (شكل رقم ٤-١٢ب) في عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة؛ لأن درجة التغير لهذه الفترة بلغت (+١,٦٦٩)، وبما أنها أقل من قيمة (ت) النظرية (+١,٧٥)، فإنها تقع ضمن المنطقة الحرجة، ولذا فليس هناك ما يشير إلى مثل هذا الاتجاه.

٣- يتبين أن الفترة (١٩٧٨-١٩٩٤) تتجه نحو التناقص (شكل رقم ٤-١٢جـ) في عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة، بحكم أن قيمة (ت) الممثلة لدرجة التغير بلغت (-١,٠١٥) أكبر من قيمة (ت) النظرية (-١,٧٤)، ولأن اختبار ستودنت t الذي استخدم، يقوم على المقارنة بين درجة التغير في الاتجاه والخطأ المعياري لها، لذا نقر بأن الاتجاه ذو دلالة معنوية بمستوى (٠,٠٥).

نَخلُص من هذا العرض إلى أن الاتجاه العام لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة يميل نحو التناقص بصفة عامة، وأن الفترة التي

يوم
١٨٠
١٦٠
١٤٠
١٢٠
١٠٠
٨٠
٦٠
٤٠
٢٠
صفر
عدد الأيام
خط الاتجاه
٦٢ ٦٥ ٧٠ ٧٥ ٨٠ ٨٥ ٩٠ ٩٤
السنوات

أ- الفترة (١٩٦٢ - ١٩٩٤)

ب- الفترة (١٩٦٢ - ١٩٧٧)

جـ- الفترة (١٩٧٨ - ١٩٩٤)

شكل رقم (٤-١٢)

الاتجاهات الحديثة لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح عن (٣٠) عقدة/الساعة لموقع رصد الدوحة (متوسط متحرك كل ٥ سنوات)



جنح فيها الاتجاه نحو التزايد في عدد الأيام، إنما يرتبط بحالة طارئة وشاذة حدثت في عامي ١٩٧٤، ١٩٧٥، والتي لم تتكرر.

العواصف الغبارية أو الرملية: Dust or Sand Storms

يطلق عليها مناخيا «الزوابع الترابية» Squalls (Parry and Chorely, p. 274) وهي من الملامح المناخية التي تتميز بها أقاليم الصحاري الجافة، ومن الظاهرات الخطيرة على الملاحة البحرية في مياه الخليج، ويبدو أن الزوابع الترابية التي تحدث شتاء، يرتبط هبوبها بوصول الجبهات الباردة للمنخفضات الجوية، وتحدث معظم فصول السنة، ففي فصل الربيع تنشط الجبهات الهوائية الباردة الجافة القادمة من الجزيرة العربية، وغالبا ما يصحبها الغبار، وتتسبب أحيانا في حدوث العواصف الرعدية وخاصة عند المساء.

وفي فصل الصيف يتكرر هبوب الزوابع الترابية المصحوبة بعواصف رملية وخاصة في شهري يونيو ويوليو، بينما يقل أثرها في أشهر الخريف والشتاء، ومن آثارها ما شاهده المؤلف عندما هبت على قطر مساء يوم الخميس ٥/ ٥/ ١٩٧٧ الساعة السادسة زوابع ترابية، كانت الرياح خلالها شديدة وعنيفة، محملة بالغبار والأتربة فحجبت الرؤية حتى لمسافات قصيرة جدا، كما أدت قوة الرياح إلى إثارة الأمواج وارتفاعها وطغيانها على المناطق المجاورة، وخاصة الطريق الساحلي لمدينة الدوحة، مما أدى إلى عرقلة حركة المرور وإغلاق الطريق، وقد استمرت الأحوال الجوية مضطربة لمدة أربع ساعات عاد الجو بعدها إلى حالته الطبيعية.

فهناك مجموعة عوامل تساعد على إثارة الأتربة أهمها:

* هبوب الرياح من المناطق الصحراوية.
* سرعة الرياح أثناء هبوبها، الأمر الذي يعمل على إثارة الأتربة والغبار.
* السمة المميزة لقطر والجزيرة العربية الجفاف الشديد وخاصة في فصل الصيف، مما يهيئ مناخا مناسبا لتفكك التربة، فيعطي الرياح مبررا ملائما لإثارة الرمال وحمل الأتربة الناعمة ونقلها.
* عدم توافر الكساء النباتي يُسَهِّل على الرياح حمل الأتربة ونقلها.



وقطر لاتختلف عن أية دولة خليجية، فجميعها باستثناء جزر البحرين تتعرض لهبوب الزوابع الترابية، إلا أن دولتي الكويت والإمارات بالمقارنة تنالهما نسبة أكبر، بحكم موقعهما داخل النطاق الصحراوي، فيما عدا الجبهة الشرقية التي تطل منها الكويت على الخليج، والجبهتان الشرقية والشمالية التي تطل منهما دولة الإمارات على خليجي عمان والعربي.

بعد هذا العرض الوصفي السريع للزوابع الترابية، نحاول تطبيق دراستنا هذه على مدينة الدوحة التي توافرت عنها البيانات المتعلقة بعدد أيام هبوب الزوابع الترابية، فالبيانات المستخدمة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) تتمثل في:

* عدد أيام هبوب الزوابع الترابية موزعة طيلة الفترة على أشهر السنة.

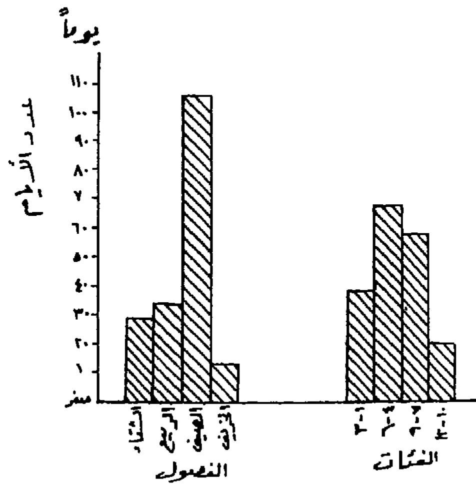
* المتوسط الشهري لعدد أيام هبوب الزوابع الترابية.

* المجموع السنوي لعدد أيام هبوب الزوابع الترابية.

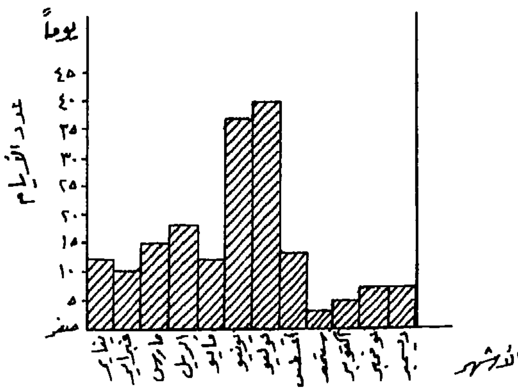
وقد تركز الاهتمام في هذه الدراسة على تحديد أكثر الشهور والفصول والسنوات تعرضا للزوابع الترابية، واستكشاف الاختلافات القائمة بينها من خلال التمثيل البياني، وكذلك تحديد الاتجاهات العامة لعدد أيام هبوب الزوابع الترابية، بحساب للقيم الاتجاهية للمتوسطات المتحركة على أساس (٥) سنوات للفترة كلها من (١٩٦٢-١٩٩٤)، ومن ثم تقسيم هذه الفترة إلى قسمين كما فعلنا عند دراسة سرعة الرياح: **الأول** (١٩٦٢-١٩٧٧) **والثاني** (١٩٧٨-١٩٩٤) لمعرفة ما إذا طرأ على هذين الاتجاهين تغيير ما، أم احتفظا بالاتجاه العام.

عرضنا للعوامل التي تؤثر على هبوب الزوابع الترابية، ويكفي القول بأن مدينة الدوحة الواقعة في وسط الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، تتفق مع خط عرض ١٧َ ٢٥ْ شمالا، وخط طول ٣٤َ ٥١ْ شرقا، وترتفع (١١) مترا عن سطح البحر، تتعرض للعديد من الزوابع الترابية، وفيما يلي دراسة لخصائصها:

١- تحدث الزوابع الترابية في نصف السنة الصيفي (**شكل رقم ٤-١٣أ**)، إذ تبلغ نسبة عدد الأيام التي حدثت فيها هذه الزوابع على مدى (٣٣) عاما حوالي (١٠٦) أيام من أصل (١٨٢) يوما، أي بنسبة (٥٨,٢٪)، مع أن هذه النسبة كانت تمثل في الفترة (١٩٦٢-١٩٧٦) حوالي (٥٥,١٪)، أي بزيادة



أ- حسب فصول السنة



ب- حسب شهور السنة

شكل رقم (٤ -١٣)

مدرجات عدد أيام هبوب الزوابع الترابية في موقع رصد الدوحة

بلغت (١,٣٪)، وهذا يعني تناقص حدوثها في أشهر الصيف، وتزايدها في أشهر الشتاء والربيع، أو أنها نادرا ما تحدث.

٢- يقلُّ حدوث هذه الظاهرة في فصلي الخريف (أكتوبر ونوفمبر)، والشتاء (ديسمبر، يناير وفبراير)، إذ بلغ عدد الأيام في الخريف (١٣) يوما، أي بنسبة

(١,٧٪)، وفي الشتاء (٢٩) يومـا، بنسبة (١٥,٩٪)، علما بأنهـا كانت تمثل في الفترة (١٩٦٢-١٩٧٦) بين (٨,٣٪ و ١٦,٥٪) على التوالي.

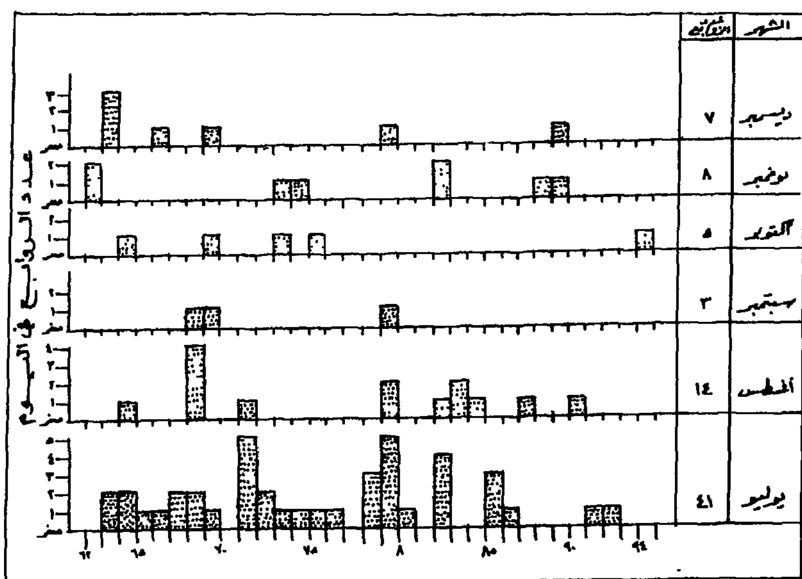
٣- من الطبيـعي أن يشهد فـصل الربيع نشاطا ملحـوظا للزوابع الترابيـة ما دامت مرتبطة بالأحوال غير المسـتقرة للجو نتيجة تأثير المنخـفضات الجوية المحلية أو المتـوسطية على المنـطقة، فـبلغت نسبـتـها للفـترة (١٩٦٢-١٩٩٥) حـوالي (١٨,٧٪) مع أنها كانت تمثل في حدود (٢٠,٢٪) للفترة (١٩٦٢-١٩٧٦).

٤- من قراءة المدرج العادي لعدد أيام الزوابع الترابية (**شكل رقم ٤-١٣ب**) شهر يوليو ينفرد بحوالي (٢٢٪) من عدد الأيام التي تهب فيها، وللفترة ذاتها، في حين تبلغ النسبـة مقارنة بأشهـر الصيف (٣٧,٧٪)، ويشكل مع شهـر يونيو (عدد الأيام ٧٧) ما نـسبته (٤٢,٣٪) بمعيـار الفترة كلهـا، وأكثر من (٧٢٪) بالقياس إلى عدد أيام هبوب الزوابع الترابية في نصف السنة الصيفي.

٥- لعل شهر سبتمـبر الذي اعتبر آخر شهور فصل الصيف لايـتمثل فيه سوى (١,٧٪) من عدد أيـام هبوب الزوابع التـرابية على مـدى (٣٣) عامـا، أو حوالي (٢,٨٪) بالنسبة لفصل الصيف، ويعزى هذا التناقص إلى أن الرياح في أواخر الصيف تتميز بالهدوء النسبي نتيجة التغـير الذي يطرأ على توزيعات الضغط الجوي، يشاطره هذه الخصائص شهر أكتوبر بنسبة (٢,٨٪) للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤).

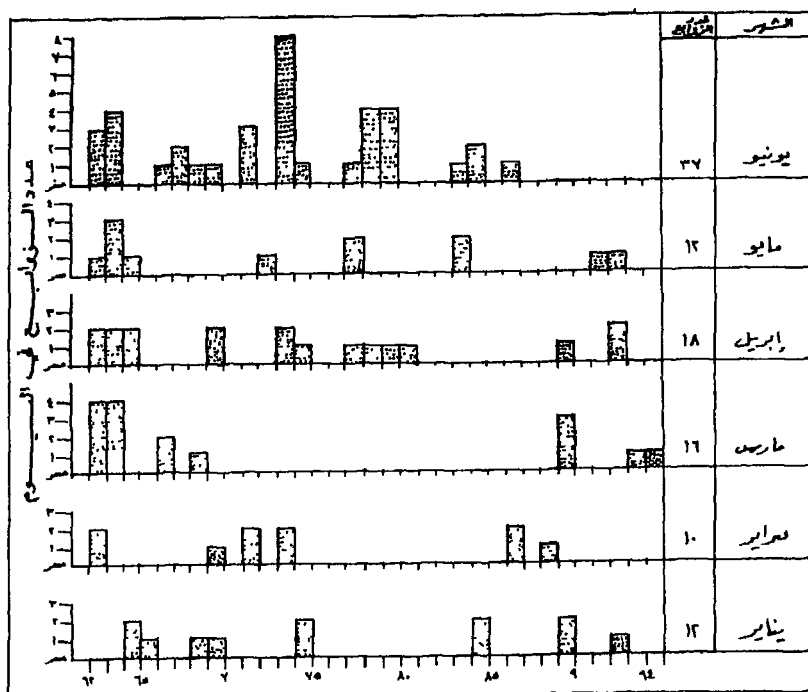
٦- يتضح من المدرجات (**شكل رقم ٤-١٤أ، ب**) أن الدوحة تعرضـت في شهر يونيـو من عـام ١٩٧٣ لحـوالي (٨) أيام مـن الزوابع التـرابيـة، أي بنسـبـة (٥٣,٣٪) وأن شهر يوليو شهد من الزوابع الترابية ما نسبته (٦١٪) تقريبا من المدة التي بلغت (٣٣) عاما، جاء شهر يونيو في المرتبة الثانية بنسبة (٤٥,٥٪) من نفس المدة، بينما يعـتبر شهر سـبتمبر أقلهـا، إذ حدثت خلاله (٣) زوابع ترابية فـقط، أما شهر مـارس فهو الشـهر الوحيد الذي لم يتـعرض لأي من الزوابع الترابية على مدى (٢٠) عامـا متتالية، أي من (١٩٦٩-١٩٨٨)، يليه شهر أكتوبر ولمدة (١٨) عاما أي في الفترة ما بين (١٩٧٦ و ١٩٩٣).

٧- بلغ المعدل العام لعدد أيام هبوب الـزوابع في الدوحة (٥,٥) يوما، كان نصيب شهري يوليو ويونيو معظمها، حيث استأثرا بنسبة بلغت بين (٢١,٨٪ و ٢٠٪)



(تابع) شكل رقم (٤-١٤ب)

مدرجات تكرارية لعدد الزوابع الترابية/اليوم موزعة حسب أشهر السنة في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)



شكل رقم (٤-١٤أ)

مدرجات تكرارية لعدد الزوابع الترابية/اليوم موزعة حسب أشهر السنة في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

على التوالي، ولم يحظ شهر سبتمبر إلا بحوالي (٨,١٪) من المعدل العام لعدد أيام هبوب الزوابع الترابية، بينما تقاسم كل من أكتوبر ونوفمبر وديسمبر نسبة (٩,١٠٪)، وأشهر يناير ومايو وأغسطس نسبة (٨,٢١٪)، وأشهر الربيع (مارس وإبريل) نسبة (٢,١٨٪) كل بالتساوي.

٨- من الجدير بالملاحظة كذلك أن عام ١٩٨١ لم يشهد يوما هبت فيه زوبعة ترابية واحدة، في حين انفرد عام ١٩٦٣ بحوالي (٩,٩٪) من عدد أيام هبوب الزوابع، وعام ١٩٧٣ بحوالي (٢,٨٪)، وكان نصيب كل من عامي (١٩٦٢، ١٩٧٩) في حدود (٧,٧٪)، أي أن (ربع) عدد أيام هبوب الزوابع حدث في (١,١٢٪) من المدة المعتمدة (٣٣) عاما.

الاتجاهات العامة لعدد أيام هبوب الزوابع الترابية في الدوحة:

لدراسة هذه الاتجاهات نورد الجدول التالي:

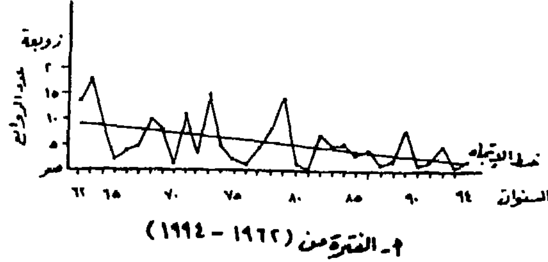
جدول رقم (٤-١٦)

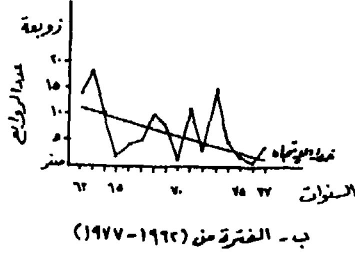
الخصائص الأساسية لتكرارات هبوب الزوابع الترابية في الدوحة

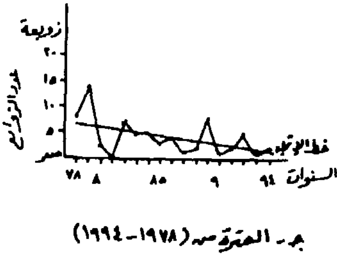
الفترة	المعدل السنوي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التغير ٪	درجة التغير B	المدة (سنة)
٦٢-٩٤	٥,٥٢	٤,٦١	٠,٨٠	٨٣,٥	-٠,٢٣٦	٣٣
٦٢-٧٧	٦,١٦	٤,٨٩	١,٢٢٣	٧٩,٤	-٠,٦٦٥	١٦
٧٨-٩٤	٤,١٢	٣,٤٦	٠,٨٣٩	٨٤,	-٠,٣٢٨	١٧

تظهر من الجدول السابق رقم (٤-١٦) والشكل رقم (٤-١٥أ-جـ) الخصائص التالية:

١- تتفاوت المعدلات السنوية لعدد أيام هبوب الزوابع الترابية، إذ يتراوح بين (٤,١٢ و ٦,١٦) يوما، ويتراوح معامل التغير بين (٧٩,٤٪ و ٨٤٪) وهو يمثل التباين بين الفترات المعتمدة، ولكن يلاحظ أن معامل التغير لكل من الفترة الأولى والثالثة متقارب تقريبا، ويشذ عنهما معامل تغير الفترة الثانية، فالتماثل أدى إلى تقارب الخطأ المعياري، بينما أدى الشذوذ في تناقص معامل التغير إلى تزايد في الخطأ المعياري ودرجة التغير.







شكل رقم (٤ - ١٥)

الاتجاهات الحديثة لعدد مرات هبوب الزوابع الترابية في موقع رصد الدوحة للفترة من (١٩٦٢ - ١٩٩٤)

٢- رغم هذا التباين فإن الاتجاه العام لجميع الفترات **سالبا**، أي أن الاتجاه العام لعدد أيام هبوب الزوابع الترابية في العقود الثلاثة (٦٢-٩٤) مجتمعة يتماثل مع كل فترة من حيث التناقص الواضح في عدد أيام هبوب الزوابع، ومع هذا الاتجاه، فإن درجات التغير تبدي نوعا من الاختلاف، حيث تزايدت حدة التناقص خلال الفترة الثانية حتى بلغت (-٦٦٥, ٠)، بينما قلت حدته في الفترة الأولى فسجل (-٢٣٦, ٠) على مدى العقود الثلاثة.

٣- من المحتمل أن يكون لهذا التناقص في الاتجاه العام لعدد أيام هبوب الزوابع علاقة بالتناقص الذي حدث في العقد والنصف الأخير، أي منذ عام ١٩٨٠، رغم ما نلاحظه في هذه الفترة من أن عام ١٩٨٩ شهد خلالها أكثر التكرارات (٨) أيام، كما شهدت الفترة من (١٩٦٢-١٩٧٣) ما يساوي هذه القيمة أو يزيد قليلا على مدى (٧) سنوات.

٤- يلاحظ أن الفترة الثانية من السلسلة الزمنية (١٩٦٢-١٩٩٤) تختلف اختلافا بيّنا عن سابقتها ولاحقتها في جميع الخصائص (شكل رقم ٤-١٥أ)، وأن أسباب هذا الاختلاف تكمن في التناقص الواضح في تكرارات هبوب الزوابع الترابية على مدى الفترة الزمنية، ففي عام ١٩٦٣ - مثلا - تعرضت الدوحة لحوالي (١٨) يوما من الزوابع، انخفضت هذه القيمة إلى النصف تماما في العام الذي يليه (١٩٦٤)، ويمكن استعراض هذا التناقض في الجدول التالي على اعتبار أن عام ١٩٦٣ سنة أساس بأيامه الـ (١٨).

جدول رقم (٤-١٧)

بعض خصائص الفترة الثانية لعدد أيام هبوب الزوابع

السنة / البيان	٦٣ سنة الأساس	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣
عدد الأيام	١٨	٩	٢	٤	٥	١٠	٨	١	١١	٣	١٥
٪	١٠٠	٥٠	١١	٢٢	٢٨	٥٦	٤٤	٦	٦١	١٧	٨٣
الفرق ٪	صفر	٥٠	٨٩	٧٨	٧٢	٤٤	٥٦	٩٤	٣٩	٨٣	١٧
مقدار التغير ٪	صفر	٥٠-	٣٩-	١١+	٦+	٢٨+	١٢-	٣٨-	٥٥+	٤٤-	٦٦+

ومن الجدول يتبين لنا التالي:

١- يتفاوت مقدار التغير (قياسا بالقيمة الأساسية لعام ١٩٦٣) من سنة إلى أخرى، تفاوته من شهر إلى آخر، ففي عام ١٩٧٠ بلغت نسبة التغير (الفرق٪) أقصاها (٩٤٪)، وفي عام ١٩٧٣ بلغت أدناها (١٧٪)، ولو قارنا أشهر هذين العامين لاتضح لنا مدى هذا الشذوذ والتناقص الذي يصاحب حدوث الزوابع الترابية، فعام ١٩٧٠ لم يشهد إلا زوبعة يتيمة، حدثت في شهر ديسمبر، بينما



تعرضت الدوحة في عام ١٩٧٣ لحوالي (١٥) زوبعة ترابية، حدثت في نصف المدة (٦ شهور)، كان نصيب شهر يونيو - كما ذكرنا - أكثر من (٥٣٪)، والنسبة الباقية توزعت بين أشهر فبراير، أبريل، يوليو، أكتوبر ونوفمبر.

٢- لو قارنا مقدار ما طرأ من تغير على عدد أيام هبوب الزوابع الترابية بين كل سنة والتي تليها مع اعتماد قيمة سنة الأساس كمقام لمقدار التغير في كل مرة، فإننا نلاحظ مدى التغير، سواء أكان بالسالب أم بالموجب، فالقيم السالبة تشير إلى تناقص عدد الأيام، والموجبة تشير إلى تزايد عدد الأيام في السنوات اللاحقة، أي بقدر ما تزداد عدد أيام هبوب الزوابع، بقدر ما تزداد نسبة التغير، والعكس صحيح، فيبدو أن أكبر تغير حدث لهبوب الزوابع في عام ١٩٧٣ بغض النظر عن سنة الأساس، فكانت الزيادة (١٢) يوما عن السنة السابقة لها، فمثلت هذه الزيادة نسبة بلغت (+٦٦٪)، وبالمقابل فإن عام ١٩٧١ سجل (١١) يوما، فيما سجل العام ١٩٧٢ (٣) أيام فقط، وبالتالي فإن نسبة التغير بلغت (-٤٤٪).

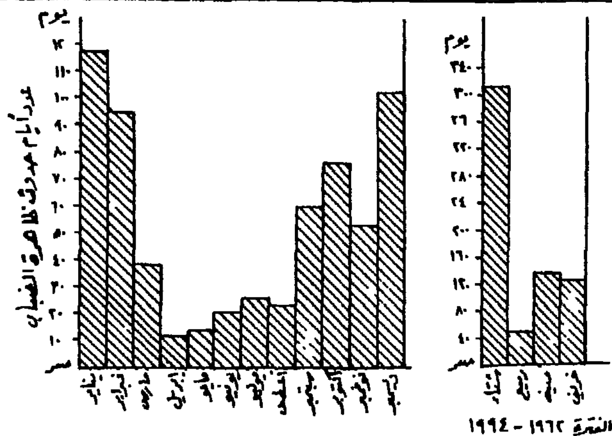
الضباب الكثيف Thick Fog (الرؤية أقل من ١٠٠٠ متر):

أحد مظاهر تكاثف بخار الماء الموجود في الهواء القريب من سطح الأرض، وهو عبارة عن ذرات مائية خفيفة لدرجة أن الهواء يستطيع حملها، ولا تختلف في شيء عن مكونات السحب الطبقية Low Stratus، إلا من حيث وجودها ملامسة لسطح الأرض، ونظرا لقياس الضباب عن طريق مدى الرؤية التي تقل عن (١٠٠٠) متر Visibility وخاصة في ممرات مطار الدوحة، فإننا ألحقناه بدراسة الزوابع الترابية، وتمثله عدد الأيام التي يظهر فيها.

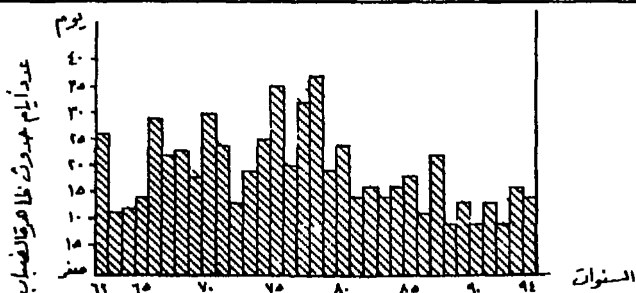
ويقاس الضباب بجهاز يعرف باسم Transmissometer، ويقيس سرعة انتقال الضوء Transmission of Light على طول ممرات أو أدراج الطائرات، وقد يعتمد المقياس على المشاهدة بالعين المجردة، على أساس أقصى مسافة تستطيع العين من خلالها رؤية الأشياء بوضوح تام (من صفر -٩) (Howard. J., 1966, pp. 56-59).

من (الشكل رقم ٤-١٦أ-جـ) نستنتج الخصائص التالية:

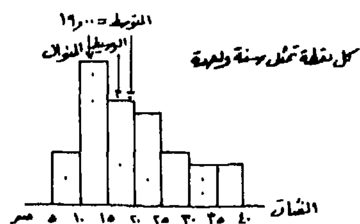




أ- مدرج التوزيع الشهري والفصلي



ب- مدرج المجموع السنوي للفترة من ١٩٦٢ - ١٩٩٤
(الرؤيا أقل من ١٠٠٠ متر)



جـ- المدرج التكراري لعدد أيام حدوث ظاهرة الضباب

شكل رقم (٤ - ١٦)

مدرجات عدد أيام حدوث ظاهرة الضباب (الشهري والمجموع السنوي والتكراري) للفترة ١٩٦٢ - ١٩٩٤ في الدوحة

١- شـهد شـهـر يناير من عـام ١٩٦٦ (١٤) يومـا انحجبت فيـه الرؤية لأقل من ١٠٠٠م، وفي هذه الحالة تميز نوع الضباب بالمشاهدة الرديئة ورقمه الدولي (٣).

٢- يعتبر يناير أكثر الشهور تعرضا لظاهرة الضباب (**شكل رقم ٤-١٦أ**)، فقد شهد حـوالي (١١٧) يومـا، بمـعـدل (٣,٦) يومـا في الفـتـرة المـمـتـدة من (١٩٦٢-١٩٩٤)، وأن فصل الشـتاء الذي يشهـد انخفاضا في درجـات الحرارة وارتفاعا في رطوبة الجو انفرد بحوالـي (٣١٢) يوما من أيام الضباب، أي بنسبة (٥, ١٠٪) من عدد أيام فصل الشتاء، وبمعدل يصل إلى حوالي (٩,٦) يوما.

٣- يتزايد الضـباب وتقل الرؤية عن الرقم الدولي السابق ذكره في شـهر سبتـمبر (أواخر الصيف) وفي شهري أكتوبر ونوفمبر (أشهر الخريف) حيث بلغت عدد الأيام (٥٩، ٧٥، ٥٢) يوما على التوالي.

٤- نظرا لانخـفاض الرطوبة النسـبـية، وارتفـاع درجات الحـرارة، فإن عـدد أيام الضباب في أشـهر الصيف تقل كثيـرا، إذ تتراوح بين (١٣-٢٥) يوما، ولكن قد تزيد في أواخره - كما أشرنا - نتيجة التغيرات المناخية.

٥- من (**الشكل رقم ٤-١٦أ**) يتـضح أن شهـر إبريل (آخر شـهور الربيع) أقلهـا تعرضا لظاهرة الضـباب، حيث كان نصيبه (١١) يـوما فقط، وبمعدل (٣, ٠) يومـا (خلال ٣٣ عـاما)، ويعـزى ذلك إلى إطّراد ارتفـاع درجات الحـرارة، ونشاط عملية صعود الهواء إلى أعلى Ascent and Rising Air.

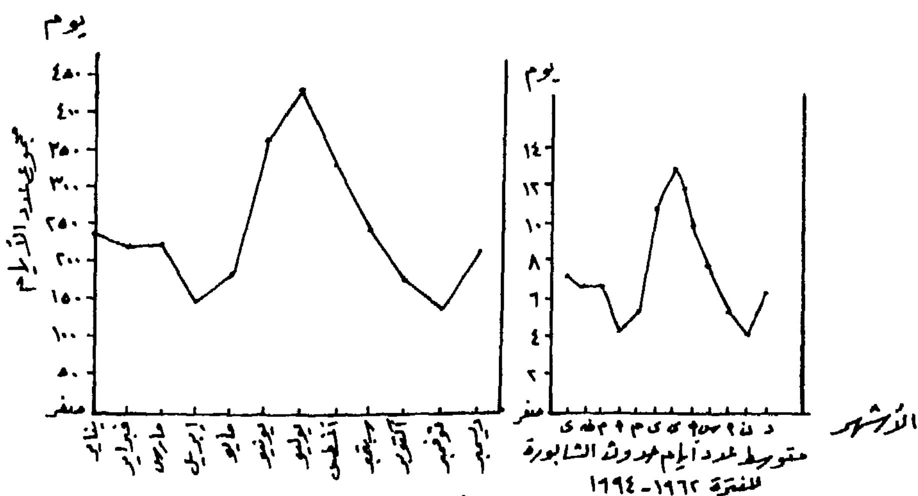
٦- يلاحظ من (**الشكل ٤-١٦ب**) أن عـام ١٩٧٨ شهـد (٣٧) يومـا قلّت فيـه الرؤية عن (١٠٠٠) متر، أي بنسبـة (١, ١٠٪). كما نستوحي بأن (٩٪) من المدة (٣٣ عاما) تقلُّ فيها ظاهرة الضباب (تنعدم الرؤية لأقل من ١٠٠٠ متر) عن (١٠) أيام، أي بنسبة (٦, ١٪) من مـجموع عدد الأيام، وأن (٥٤٪) من المدة تتراوح فيـها عدد الأيام ما بين (١٠ و ٢٠) يومـا، في حين كان نصيب (٣٦٪) من هذه الفـترة (٣٣ عـاما) مـا بين (٢٠ و ٣٧) يومـا، قلّت أثناءها الرؤية عن ١٠٠٠ مـتر. وأن الاتجـاه العام يميـل نحو التناقص في عـدد أيام حدوث ظـاهرة الضبـاب، وأن الشكل البيـاني للفتـرة الواقعـة ما بين عـامي (١٩٦٢ و ١٩٧٩) يوحي بتزايد عدد أيام حـدوث هذه الظاهرة، بينما يحدث العكس في الفترة ما بين (١٩٨٠ و ١٩٩٤).

٧- من المدرج التكراري (شكل رقم ٤-١٦جـ) لعدد أيام حدوث ظـاهرة الضباب والموزَّع إلى فئات، يلاحظ أن الفئة الثانية (١٠-١٥) يوما تمثل أكثر التكرارات حدوثا، فـتسـتحـوذ على (٣٠٪) من المدة، بينمـا لا تمثل الفئـتان السـادسة والسابعـة (٣٠-٣٥) يوما، (٣٥-٤٠) يوما سـوى (١٢٪) مجتمـعتين، وأن شكل المدرج التكراري يبـرز بعض الصـفات العـشـوائية في توزيع عـدد أيام حدوث ظاهرة الضـباب، وأنه غير متناسـق، حيث تتركز القمـة على الجانب الأيسر، ويتـجه التوزيع بذيله صـوب اليمين، ولهذا يلتـوي التوزيع التكراري التواء مـوجبا، ويتـميز بنـمط نسبي لتوزيع مـقاييس النزعـة المركزية، إذ يقع الوسـيط في منتـصف التـوزيع، بحـيث يكون المنوال على يسـاره والمتـوسط الحسـابي على يمينه، وبهذا تـختلف القيـم، إذ يشير الشكل إلـى أن المتوسط أكبرها (١٩) يوما، والمنوال أصغرها (١٣) يوما تقريبا.

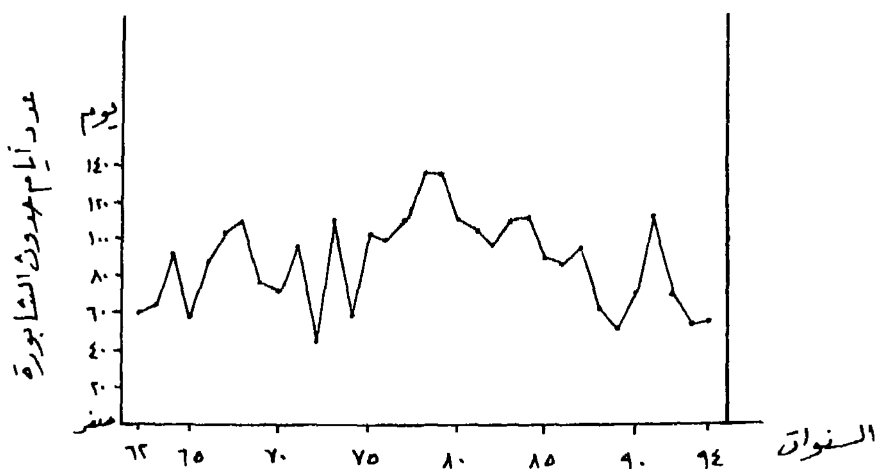
الشبورة: Mist والسديم: Haze والغبار: Dust

وهي ظاهرة ضبابيـة، يتراوح فيها مدى الرؤية مـا بين أكثر من (١٠٠٠) إلى حوالي (٥٠٠٠) متر، وتنتمي لنوع العجاج والمشاهدة الضعيفة، وترقم دوليا برقمي (٤، ٥) (**حسن أبو العينين، أصول الجغـرافيا المناخية، ص٣٢٩**) وهذا النوع سرعان ما يتلاشى ويـختفي تحت تأثير أشـعة الشمس (Trewartha, G.T., 1954, pp. 120-125)، ولدراسة التوزيع الجغرافي لعدد أيام حدوث ظاهرة الشابورة - السديم - الغبار على مدار أشهـر السنة، وعبر (٣٣) عـاما من التسجـيل، نستعين بالأشكال البيـانية رقم (٤-١٧أ، ب) فنستخلص منها التالي:

١- يعظم حدوث هذه الظاهرة في شهر يولـيـو، حيث سجل (٤٣٠) يوما، بمعدل (١٣) يوما في السنة، يأتي شـهرا يونيو وأغـسطس في المرتبة الثانية بمجـموع يتراوح ما بين (٣٦٢، ٢٣١) يـوما بمعدل يحوم حول القـيم (١١، ١٠) يوما لكل منهما، ويعني هذا أن فصل الصيف هو الفـترة التي تتميز بهذه الظاهرة، والسبب يكمن في تعـرض قطر للرياح القادمـة من الربع الخالي، وهي رياح غربية أو جنوبية غربية حارة جافة، غالبا ما تكون محملة بالغبار والأتربة.



أ- مجموع عدد أيام حدوث الشابورة (الدوحة)
للفترة ١٩٦٢ - ١٩٩٤



ب - مضلع عدد أيام حدوث ظاهرة الشابورة (الدوحة)
للفترة ١٩٦٢ - ١٩٩٤

شكل رقم (٤-١٧)

السلسلة الزمنية لعدد أيام حدوث ظاهرة الشابورة (الدوحة)
للفترة من ١٩٦٢ - ١١٩٤ الرؤيا بين ١٠٠٠ - ٥٠٠٠ متر

٢- يقل حدوث هـذه الظاهرة في شهري إبريـل ونوفمبـر، فتـراوحت عدد الأيام فيهـما على مدى (٣٣ عامـا) بين (١٤٨، ١٤٣) يوما، بمعدل (٤,٥، ٤,٣) يوما في السنة لكل منهما، ويعزي ذلك إلى أن الرياح الشرقية في شهر أبريل تنشط وتزداد نسبة هبوبها على حساب الرياح الأخرى وخاصة تلك المسببة في إثارة الغبار، لكنها ترفع - في نفس الوقت - من نسبة الرطوبة بحكم مرورها فوق مياه الخليج العـربي، أما في نوفمبر، فتزداد نسـبة الرياح الساكنة، وتقل سرعتها، وتخضع المنطقة للمنخفضات الجوية مما يؤدي إلى تناقص عدد الأيام التي تحدث فيها هذه الظاهرة.

٣- يلاحظ من (الشكل رقم ٤-١٧أ) أن عـدد أيام حـدوث ظاهرة مـجمـوعـة الشابورة يتناقص كلما اقـتربت أشهر الربيع (مارس وإبريل)، وأشـهر الخريف (أكتوبر ونوفمـبر)، وتتزايد بقدوم أشهر الشـتاء ولكن بدرجة أقل من تزايدها بحلول أشهر الصيف.

٤- توحي السلسلة الزمنية (شكل رقم ٤-١٧ب) بأن عدد أيام حدوث مـجموعة الشبورة تتفاوت بين عام وآخر، تفاوتها - كما لاحظنا - بين شهر وآخر، فقد بلغت الظاهرة أوجها في عامي (١٩٧٨-١٩٧٩)، حيث سجلت كل منهما ما مـجمـوعـه (١٣٦) يوما، بـنسبـة (٣٧,٣٪) في السنة، وفي عـام ١٩٧٢، سجلت أدنى قيـمة لهذه الظاهرة، حيث بلغ مجمـوع عدد الأيام (٤٤) يوما، بنسبـة (١٢,١٪) في السنة، وهي مؤشرات تظهـر مدى التبـاين في عدد أيام حدوث الظاهرة، ومـدى التغير الذي يطرأ على الأحـوال المناخية. كمـا يشير إلى تزايد مـجموع عـدد أيام حدوث هذه الظـاهرة في الفتـرة ما بين (١٩٦٢ و١٩٧٩)، أي لحوالي (١٨) عـاما، بينما تؤكـد اتجاهات خطوط المضلع على التناقص في عدد أيام حدوث الـظاهرة في الفترة بين (١٩٧٩ و ١٩٩٤)، أي (١٦ عاما) رغم التزايد الواضح الذي حدث عام (١٩٩١) لهذه الظاهرة، كما أظهر نوعـا من التناقص في تكراراتهـا، ولكي تتضح الصورة ويـنجلي الأمر حاولنا توزيع عدد الأيام إلى فئات كالتالي:

جدول رقم (٤-١٨)

فئات عدد أيام حدوث ظاهرة الشابورة في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

الفئات / الأشهر	أقل من ٥	٥ - ١٠	١٠ - ١٥	١٥ - ٢٠	أكثر من ٢٠	المجموع
يناير	٩	١٤	١٠	-	-	٣٣
فبراير	١٠	١٦	٦	١	-	×
مارس	٧	١٩	٧	-	-	١٢
إبريل	٢٠	١٠	٣	-	-	
مايو	١٤	١٥	٤	-	-	
يونيو	٦	٧	١٠	٩	١	
يوليو	١	٨	١٠	١١	٣	
أغسطس	٦	١٠	٩	٧	١	
سبتمبر	٧	١٧	٩	-	-	
أكتوبر	١٩	١٠	٢	٢	-	
نوفمبر	١٩	١٢	٢	-	-	
ديسمبر	١٠	١٧	٤	٢	-	
المجموع	١٢٨	١٥٥	٧٦	٣٢	٥	٣٩٦
٪	٣٢,٣	٣٩,١	١٩,٢	٨,١	١,٣	٪١٠٠

من (الجدول رقم ٤-١٨) نتعرف على التالي:

١- يتركز حوالي (٣٩,١٪) من التكرارات في الفئة الثانية (٥-١٠) يوما، بينما يخص الفئة الخامسة (أكثر من ٢٠) يوما حوالي (١,٣٪) من التكرارات.

٢- تتمثل الفئات الثلاث الأولى (صفر - أقل من ١٥) في جميع أشهر السنة مع التباين في القيم، في حين تقتصر الفئة الخامسة (١٥ - أقل من ٢٠) يوما على (نصف) عدد الأشهر، وأن الفئة السادسة (أكثر من ٢٠) يوما لا يمثلها سوى (٢٥٪) من المدة (أشهر يونيو، يوليو، أغسطس).

٣- يتركز منوال الفئة الأولى في شهر أبريل ومنه تتناقص التكرارات بمعدل (٥٠٪) في الفئة الثانية، (٨٥٪) في الفئة الثالثة، وينطبق هذا على شهري أكتوبر ونوفمبر، حيث تبلغ التكرارات في الفئة الأولى (١٩) يوما لكل منهما، تتناقص حسب ترتيب الفئات صعودا من شهر أكتوبر بمعدل (٤٧,٤٪، ٨٩,٥٪، ٨٩,٥٪)، وتتناقص في شهر نوفمبر بمعدل (٣٦,٨٪، ٨٩,٥٪)، أما في بقية الأشهر، فإن تكرارات حدوث الظاهرة يتزايد في الثانية، ثم تتناقص في الفئات الثلاث التالية إن وجدت باستثناء شهري يونيو ويوليو.

٤- ففي شهر يونيو تتزايد تكرارات الحدوث حتى الفئة الثالثة بنسب تتراوح ما بين (١٦,٧٪، ٦٦,٧٪)، وفي شهر يوليـو تتزايد التكرارات حتى الفـئة الرابعة، بنسب تتـراوح بين (٧٠٠٪ و ٩٠٠٪ و ١٠٠٠٪) على اعتـبار أن تكرار الفـئة الأولى هو الأساس في المقارنة.

وإذا حاولنا من الجداول السـابق تجميـع تكـرارات الفصـول نجدولها كالتالي:

جدول رقم (٤-١٩)

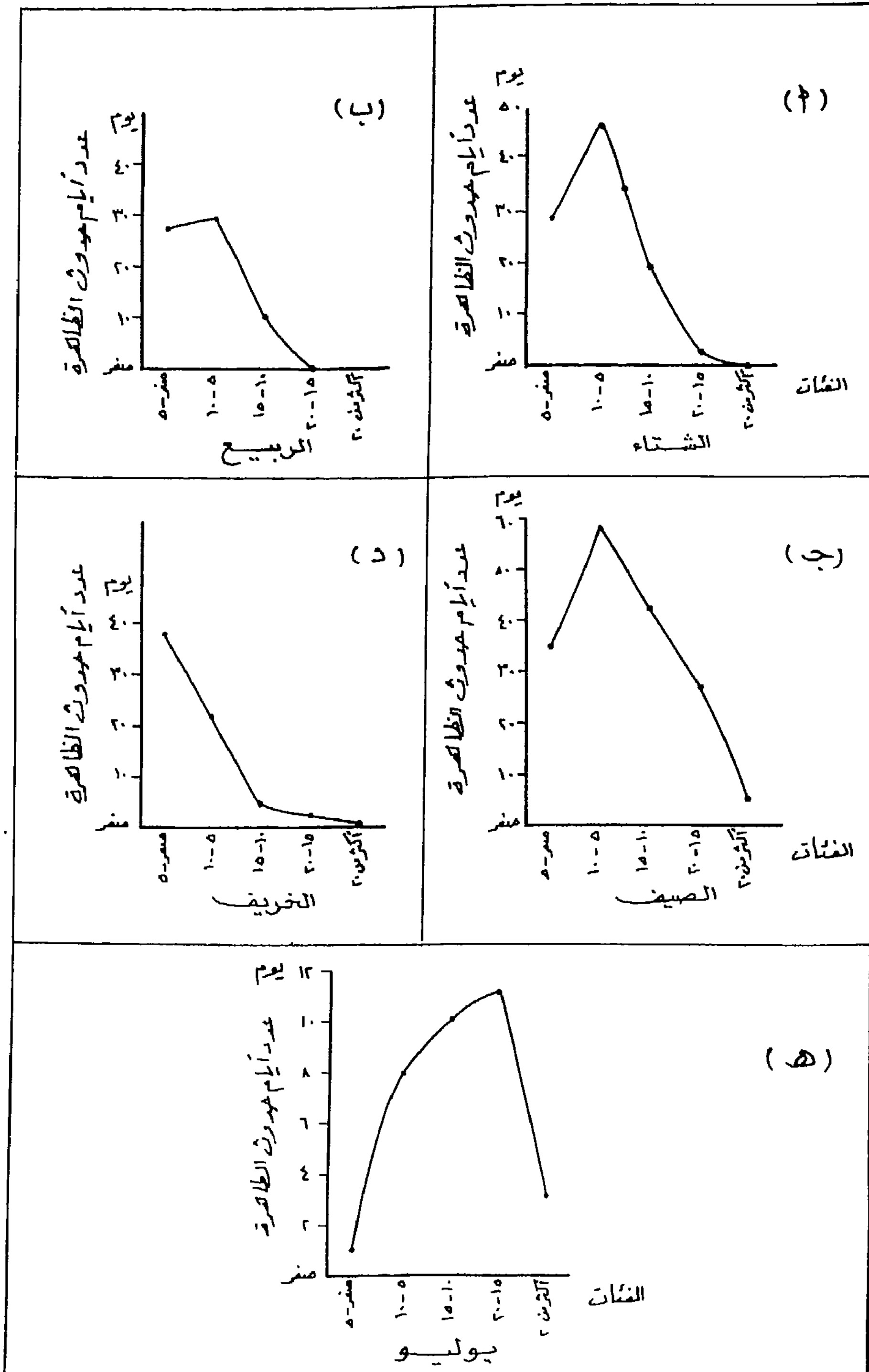
توزيع مجموع فئات عدد مرات حدوث ظاهرة الشابورة حسب الفصول في مدينة الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

الفئات / الفصل	أقل من ٥	٥ - ١٠	١٠ - ١٥	١٥ - ٢٠	أكثر من ٢٠	المجموع
الشتاء	٢٩	٤٧	٢٠	٣	-	
الربيع	٢٧	٢٩	١٠	-	-	
الصيف	٣٤	٥٧	٤٢	٢٧	٥	
الخريف	٣٨	٢٢	٤	٢	-	
المجموع	١٢٨	١٥٥	٧٦	٧٦	٥	٣٩٦

١- يلاحظ من الجـدول رقم (٤-١٩) أن منوال جـميع الـفئـات يتـركز في فـصل الصيف ما عدا منوال الفئة الأولى فـينفرد به فصل الخريف بنسبة (٢٩,٧٪) من مجموع تكرارات هذه الفئة. وأن منوال فصول السنة يتمحور حول الفئة الثانية.

٢- يلاحظ أن تكرارات حـدوث هذه الظاهرة تتناقص في فصل الخـريف مع تزايد قيم الفئات الأربعة الممثلة له.

٣- من (**الشكل رقم ٤-١٨**) الممثل لمجموع عـدد أيام حدوث ظاهرة الشابورة في فصول السنة، يتضح أنها تتفق جميعا في امتداد الطرف الأيمن للمنحنى بدرجة أطول من الطرف الأيسر، وفي هذه الحالة يكون المنحنى ملتـويا التواء موجبا، وأن نمط التـوزيع يتخـذ ترتيـبا تصـاعـديا من المنوال حـتى المتوسط، مـرورا بالوسيط، يستثنى من هذه الحالة المنحنى الذى يمـثل فصل الخريف، فقد اتخذ



شكل رقم (٤-١٨)

المنحنيات التكرارية لعدد أيام حدوث ظاهرة الشابورة في الدوحة موزعة حسب فصول السنة وشهر يوليو

الشكل الرائي المعكوس، حيث تقع نقطة النهاية العظمى عند الطرف الأيسر، وتقع النقطة الدنيا عند نهاية الطرف الأيمن وعلى خط الأساس، وهو منحنى أسي موجب Exponential Curve تماثله في ذلك منحنيات كل من أشهر أبريل وأكتوبر ونوفمبر.

٤- باستثناء الفئة الخامسة، يتخذ المنحنى التكراري لفئات شهر يوليو الشكل الرائي، وينتمي في هذه الحالة للمنحنيات الأسية السالبة، إلا أنه في وضعه الحالي يقترب من الشكل الناقوسي Bell-Shaped Curve مع الفارق الكبير في التماثل على جانبي مركز النهاية العظمى لتكرارات الفئة الرابعة.

٣- المنخفضات الجوية: Depressions

قبل الحديث عن خصائص هذه الظاهرة، لابد من التمييز بين المنخفضات الجوية والأعاصير المدارية (العواصف المدارية) بحكم أن قطر تقع ضمن منطقة هامشية تتأثر ببعض خصائصهما في فترات محدودة من السنة، والجدول التالي يبين ذلك:

جدول رقم (٤-٢٠)

مقارنة بين المنخفضات الجوية والأعاصير المدارية

الظاهرة / وجه المقارنة	المنخفضات	الأعاصير المدارية
المجال	نطاق الرياح الغربية.	نطاق الرياح التجارية أو الموسمية.
التوزيع	تظهر على اليابس والماء	يغلب حدوثها فى المحيطات.
المساحة	تغطي مساحة لأكثر من ١٥٠٠ كم٢	لا تغطى إلا بين ١٠٠-٢٥٠كم٢
المسار	من الغرب إلى الشرق مع الغربيات.	من الشرق إلى الغرب مع التجاريات.
آثارها	مدعاة لسقوط أمطار وحدوث عواصف رعدية قد يصحبها البرد.	أشد قوة وغرارة فى أمطارها وتؤدى إلى تدمير المنشآت
الضغط الجوي	خطوط الضغط الجوي حول مركز المنخفض متباعدة نوعا ما.	خطوط الصغط الجوي المتساوية حول مركز الإعصار متقاربة جدا.
سرعة الرياح	تتراوح ما بين (٣٥-٤٥) عقدة/ الساعة	قد تتراوح عند مركز الإعصار ما بين (٥٨,٥-١٥٦) عقدة/ الساعة
الجبهات	توجد جبهات دافئة وباردة.	لا توجد جبهات

من المعروف أن الكتل الهـوائية بأنواعهـا المختلفة لا يمكن أن تستـمر طويلا فـوق إقليم المصـدر Source Region، (Finch and Trewartha, p. 115) وإنما تتحرك وتنتقل إلى أماكن أخرى، ويصيبها عادة تعديلات في صفاتها المناخية، من حيث الحرارة والرطوبة، وخـاصة في أجزائها الدنيا، وبناء عليـه تتأثر قطر ومنطقة الخليج العربي ابتداء من شهر أكتوبر وحتى شـهر مارس بالمنخفضات التي قد تظهر كذلك في أبريل ومايو (Wilson, p.23).

من خصائصها:

١- تكون سببا في هطول الأمطار وحدوث عواصف رعدية.

٢- حدوث اضطرابات جوية وظواهر مناخية.

٣- تعرض قطر والخليج لهبوب رياح جنوبية شرقية في شهور الشتاء الباردة.

٤- تصحبها في كثير من الأحيان زوابع ترابية (رملية).

أنواعها ومناطق نشأتها وتطورها:

(أ) المنخفضات الجوية المتوسطية:

تتميـز مياه البحر المـتوسط بدفئها النسـبي مما يؤدي إلى دفء الهواء الملامس لسطحه في فصل الشتاء، مقارنة بما يحـيطه من يابس القارتين الأوربية والأفريقية، كما أنه أكثر دفئا من المحيط الأطلسي، الأمر الذي يجعله ممرا من ناحية، ومسرحا لنشأة وتطـور المنخفضـات الجوية من ناحـية ثانية، وبهـذه الخصائـص يفصل بين نطاقين من الضـغط الجوي المرتفع، يمتـد النطاق الأول إلى الشمال مـن المتوسط، ويتركـز فوق جبال الألب الجلـيدية وهضبتي الأناضـول وأرمينيا البـاردتين، ويمتد النطاق الثانـي إلى الجنوب من المتوسط متـمثلا في الضـغط المرتفع الأزوري الذي يتزحـزح إلى الجنوب نتيجة لحـركة الشمس الظاهرية، مصـاحبا لتزحـزح نطاقات الحرارة باتجـاه الجنوب كذلك، ويمتـد شرقـا - كمـا أشـرنا سابقا - ليلـتحم مع نطاقات الضغط المرتفع فوق الصحراء الأفريقية الكبرى، والجزيرة العربية، ومن ثم يتصل بالمرتفـع الجوي المتمركـز فوق أواسط آسيـا مكونا نطاقا عظيم الامـتداد من الضغط المرتفع.



لهذا تتكون فوق البحر المتوسط جبهة قوية، يُلْحِقُها الكثيرون بالجبهة القطبية، على اعتبار أنها جبهة ثانوية، إلا أن الأمطار التي تسببها المنخفضات الأطلسية التابعة للجبهة القطبية تصاحب الجبهات الدفيئة Warm Fronts، في حين أن معظم أمطار المنخفضات المتوسطية مصاحبة للجبهات الباردة، وتعليل ذلك يكمن في أن الكتل الهوائية المدارية الدفيئة التي تشكل جبهات دفيئة كتل جافة قادمة من الصحراء الكبرى، وتتميز جبهاتها بصعود الهواء إلى أعلى، مما تتشكل أنواع من السحب المرتفعة تقع عند مقدمة الجبهة الدافئة للمنخفضات الجوية.

أما الكتل الهوائية الباردة التي تعمل على تشكيل الجبهات الباردة ونشأتها Front Genesis فتكتسب أثناء مرورها فوق مياه المتوسط قدرا من الرطوبة، ونتيجة لثقله وبرودته يحاول الانزلاق أسفل الهواء الساخن مما ينتج عنه حالة من الاضطراب وعدم الاستقرار Instable، موحيا بوصول الكتلة الهوائية الباردة، وخاصة في فصلي الخريف والربيع (Fisher, 1963, pp. 48-49).

(ب) المنخفض الجوي السوداني:

وقد يطلق عليه **منخفض البحر الأحمر**: لأنه يتمركز فوق مياه البحر الأحمر في فصل الشتاء، وهو عبارة عن لسان لمنخفض جوي مداري ينشأ أصلا فوق هضبة الحبشة والسودان ويمتد فوق البحر الأحمر بسبب التباين في درجات الحرارة (مياه البحر دافئة)، ويفصل هذا المنخفض Trough بين المرتفع الجوي المتمركز فوق الجزيرة العربية في الشرق، والمرتفع الجوي المتواجد فوق شمال أفريقيا في الغرب، ولهذا المنخفض في وضعه الحالي تأثير محدود على سقوط الأمطار على قطر ومنطقة الخليج والجانب الشرقي من الجزيرة العربية، إلا إذا تحرك باتجاه الشرق فإن تأثيره ينحصر في زيادة نسبة الرطوبة وارتفاع درجات الحرارة، نتيجة لهبوب الرياح الجنوبية الشرقية.

(جـ) المنخفضات الجوية فوق الجزيرة العربية:

تتدفق في فصل الشتاء كتلة من الهواء البارد باتجاه الجنوب قاصدة البحر الأحمر، وهذه الكتلة مرتبطة بامتداد منخفض جوي Trough فوق شرق البحر المتوسط، فتغطي أجزاء شاسعة من الجزيرة العربية، ونظرا لتفرق الهواء البارد في

طبقات الجو العليا Divergence، وتجمعه بالقرب من السطح Convergence في الجزيرة العربية، تتكون جبهة شبه ثابتة Semi-Stationary وموازية لخطوط العرض.

وفي حالة تحرك منخفض البحر الأحمر (المنخفض السوداني) باتجاه الشرق، فإن الهواء الدافئ الرطب المصاحب له يندفع صعودا فوق هواء الجبهة الباردة المستقرة فوق الجزيرة العربية، وخاصة فوق هضبة نجد، فتنخفض درجة الحرارة ذاتيا Adiabatic Cooling، وتنشأ بالتالي جبهة هوائية دافئة وتتشكل السحب المتباينة في الارتفاع، والمتفاوتة في الحجم، كما تشاهد السحب الطبقية والركام الطبقي في القسم الأسفل من الجبهة الدفيئة، ومع تحرك المنخفض باتجاه الشرق، تندفع رياح باردة باتجاه الجنوب مكونة جبهة علوية باردة، فتنشط في هذه الحالة تيارات الحمل، ويصبح الجو مضطربا وغير مستقر.

تتعرض قطر ومنطقة الخليج العربي حال عبور منخفض الجزيرة العربية باتجاه الشرق إلى جبهات دفيئة، قد تسقط على إثرها أمطار خفيفة أو غزيرة، حالها كالجبهات الدفيئة المصاحبة للمنخفضات الأطلسية، ولكن الذي يهمنا في هذا المقام هو أن هذه الأمطار قد تستمر لفترات طويلة، وأن الرياح التي تصحبها أقل سرعة من رياح الجبهات الباردة (أبو العينين ص٢٧٠)، ومن المحتمل أن تتأثر قطر ومنطقة الخليج بما يتراوح بين (١-٥) منخفضات جوية بجبهاتها الدفيئة في السنة (الكليب ص١٠٢).

ومن الجدير بالملاحظة أن بعض المنخفضات الجوية الحرارية التي تنشأ وتنمو فوق الجزيرة العربية في فصلي الخريف والربيع، تتأثر بها قطر ومنطقة الخليج العربي، وفي نفس الفترة تتعرض هاتان المنطقتان للمنخفضات الجوية المتوسطية (الجبهوية)، فإذا حدث وتقابلت هذه المنخفضات فإن الأحوال الجوية تزداد تعقيدا، علما بأن المنخفضات الجوية المتوسطية تتأثر قوة اندفاعها بالأوضاع الحرارية فوق الجزيرة العربية، وبذلك يكون تقدمها نحو الشرق بطيئا، كالحال بالنسبة للجبهة التي تتكون إلى الشرق من البحر الأحمر، إذ تعتمد في تحركها نحو الشرق على قوة أو ضعف المرتفع الجوي الآسيوي، وتتناسب معه تناسبا طرديا، بمعنى: أن المرتفع إذا كان قويا يحول دون حركة الجبهة، وبالتالي تصبح الجبهة قوية، أما إذا

كان ضعيفا فـإنها تغدو ضعيفة كذلك وتتحـرك بسرعة تجاه الشرق (الكليب، مناخ الكويت، ١٩٨١، ص٤٨).

مسارات المنخفضات الجوية:

عرضنا فـيما سـبق للعوامل الديناميـكية المرتبطة بدورة الغلاف الجـوي فوق منطقة الخليج والجزيرة العربية، وفيما يـلي نتعرف على أهم العوامل الجغرافية التي تؤثر على النمط التوزيعي للأمطار في قطر والخليج العربي، فإذا كانت المنخفضات الجوية تتجه في مساراتها من الغرب إلى الشرق، فإن هناك عوامل تتحكم في هذه المسارات، وتضبط وجهاتها بعد نشأتـها وتحركها، فأنماط توزيع الضغط الجوي في المنطقـة، ومراكز الضـغط الجوي المرتفع فـوق هضبـة الأناضول وإيران، ومـراكز الضـغط الجوي المنخـفض فوق البـحر المتـوسط كلها عـوامل تؤدي إلى اخـتلاف مساراتها، ومن أهم المسارات:

(أ) مسارات المنخفضات الجوية المتوسطية (القبرصية):

ويطلق عليه المسار الشـمالي، ولكن هذا المسار قد يتغيـر فجأة أو بالتدريج، فتنحرف المنخفضات نحو الشمال الشـرقي، أو تستمر في اتجاهها نحو الشرق حال انطلاقها من شرق البـحر المتوسط، فتعبر سوريا والعـراق إلى إيران، أو أنها تتجه نحو الجنوب الشرقي إلى قطر ومنطقة الخليج والجزيرة العربية.

والمنخفضـات الجوية المتوسطية تختلف في عـددها وخصائصها، فالمنخـفضات التي تتبع المسارات الشمالية الشرقية والشرقية أكثر عددا، كما أنها تتميز بقوتها وغزارة أمطارها وطول مدة بقـائها، أما تلك المـتجهة نحـو الجنوب الشرقي، فـقليلة العدد، صغيرة الحجم، قليلة الأمطار، فالمعـدل السنوي للأمطار في كسب الواقعة في أقصى الطرف الشمالي للسـاحل السوري يبلغ حوالي (١٤٠٠مم) (**نعمان شحـادة، فصلية الأمطار ص٢٩**)، في حين يصـل المعـدل الـسنوي في غـــزة إلى (٣٥٠مم)، وفي الدوحة يبلغ (٨٥مم)، ولكنه لا يزيد على (٣٣مم) في صلالة (عُمان).

وهذا يعني أن الأمطار تتناقص بالاتجاه نحو الجنوب، أي بالابتعاد عن المسارات الحقيقـية للمنخفضات الجوية المتـوسطية، كما أن هذه المنخفضـات تنبئ بقدومها إذا

تعرضت المنطقة لنشاط وهبوب الرياح الجنوبية الشرقية الحارة الجافة، وهي رياح تثير الغبار، وتعمل على حدوث الزوابع الترابية، وترفع من درجات الحرارة.

(ب) مسارات منخفض شبه الجزيرة العربية:

عرفنا أن منخفضا جويا ينشأ ويتطور فوق شبه الجزيرة العربية، نتيجة صعود هواء مداري رطب فوق الكتلة الهوائية الباردة المستقرة فوق أجزاء من الجزيرة العربية (هضبة نجد)، فإذا اكتمل نموه يتحرك باتجاه الشرق مارا بالخليج العربي إلى إيران، فتهب في مقدمته رياح شرقية أو شمالية شرقية رطبة، في حين تتبعه بعد عبوره رياح شمالية غربية.

عواصف الرعد والبرق: Thunderstorms

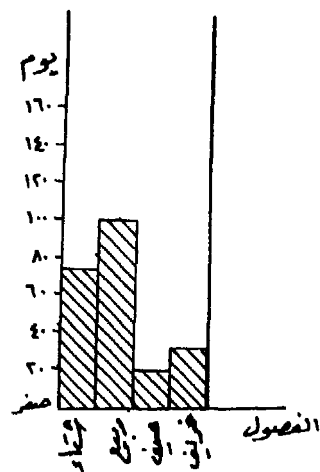
وهي ظاهرة مألوفة في قطر ومنطقة الخليج العربي والجزيرة العربية، ويشير تعبير عواصف الرعد والبرق بمدلوله الخاص إلى العواصف التي تحدث بفعل التيارات الهوائية الصاعدة Convectional، في فترة قصيرة Short Duration، ويبدو أن مناطق انتشارها متعددة، إلا أنها تشيع في المناطق المدارية الحارة الرطبة، وخاصة أن هذه المناطق يسودها الهواء الانقلابي الصاعد الحار الرطب، وفي قطر ومنطقة الخليج العربي تحدث عواصف الرعد والبرق للأسباب التالية:

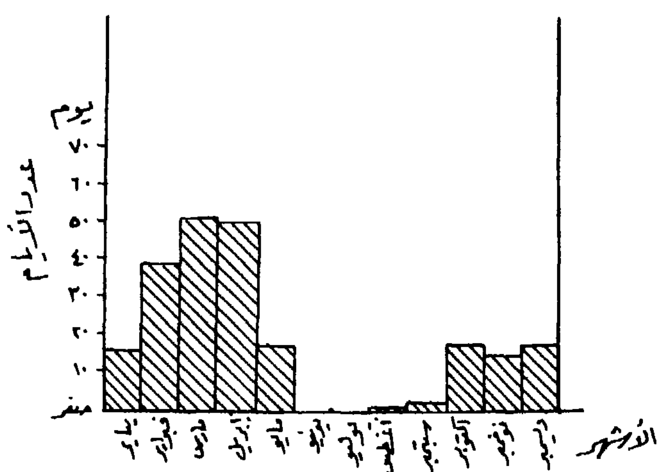
(أ) نشاط التيارات الهوائية الصاعدة نتيجة الارتفاع الفجائي لدرجات الحرارة في طبقات الجو الدنيا، ويطلق عليها بعواصف الرعد والبرق الحرارية.

(ب) تَقَابُل كتلتين هوائيتين مختلفتين في الخصائص، فيصعد الهواء الدافئ فوق الهواء البارد، وتسمى بعواصف الرعد والبرق الجبهوية Frontal.

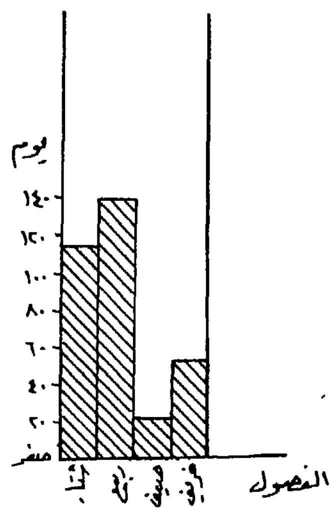
من هذين العاملين نخلُص إلى أن عواصف الرعد والبرق التي تحدث في قطر ومنطقة الخليج العربي، إما أن تلازم المنخفضات الجوية المتوسطية والسودانية، أو أن تنشأ نتيجة تيارات الحمل الهوائية، وتمثلها العواصف الحرارية، ولكل من هذين النوعين خصائصه وفترات حدوثه، فمن (**الشكل ٤-١٩ أ-ب**) نستخلص التالي:

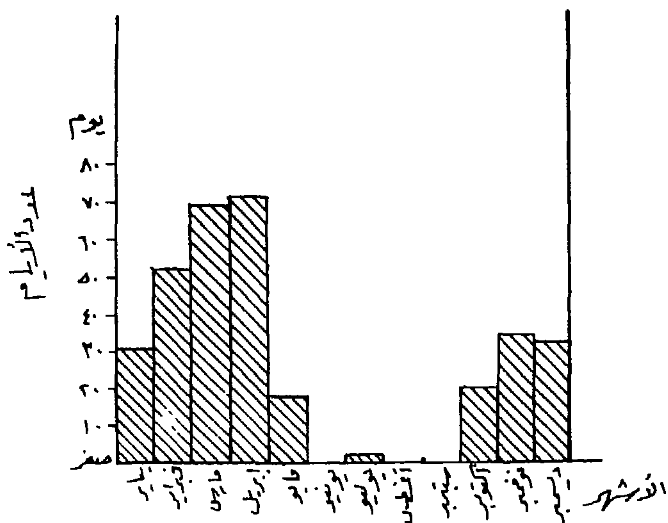
١- ينخفض حدوث عواصف الرعد والبرق في أشهر الصيف (يونيو - سبتمبر)، وقد تنعدم في شهري (يونيو ويوليو)، ولكنها تحدث وبشكل واضح في أكتوبر





أ- الرعد





ب- البرق

شكل رقم (٤-١٩)

مدرجات عدد أيام حدوث الرعد والبرق في موقع رصد الدوحة
موزعة حسب شهور وفصول السنة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

حتى مايو من العام التالي بمعدل سنوي يتراوح بين (٠,٥ و ١,٦) يوما/ السنة بالنسبة للبرق، (٠,٦ و ٢,٢) يوما/ السنة بالنسبة للرعد.

٢- تحدث عواصف الرعد والبرق في أشهر الشتاء، وأثناء الفترات الانتقالية (الخريف والربيع) وفي بداية الصيف (مايو).

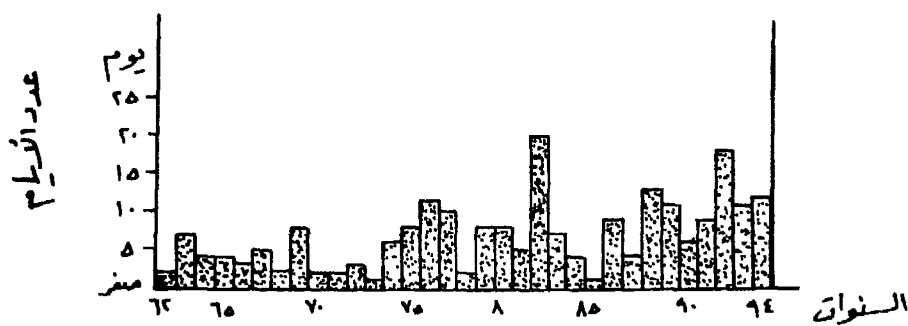
٣- يلاحظ أن هذه الظاهرة يتزايد حدوثها في أواخر الشتاء (فبراير) بمعدل (١,٢ و ١,٦) يوما/ السنة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، وفي فصل الربيع (مارس وإبريل) بلغ مجموع عدد أيام حدوث ظاهرة الرعد بين (٥١ و ٥٠) يوما، بمعدل (١,٦ و ١,٥) يوما/ السنة، أما ظاهرة البرق فقد تفوقها عددا، بحيث تراوح المجموع ما بين (٦٩ و ٧١) يوما، بمعدل (٢,١، ٢,٢) يوما/ السنة، وربما يعزى هذا التزايد في عدد أيام حدوث عواصف الرعد والبرق إلى تعرض قطر ومنطقة الخليج في هذه الفترة إلى المنخفضات الجوية من ناحية، وإلى نشاط تيارات الحمل وخاصة أن درجات الحرارة تأخذ في الارتفاع في أواخر الفترة الانتقالية (أبريل) من ناحية ثانية.

٤- تحدث عواصف الرعد والبرق في مقدمة أو مؤخرة مراكز المنخفضات الجوية، وقد تحدث أثناء مرور الجبهات الدافئة، أو ضمن القطاع الدافئ مع أنها تحدث - في الغالب - عند تقدم الجبهة الباردة.

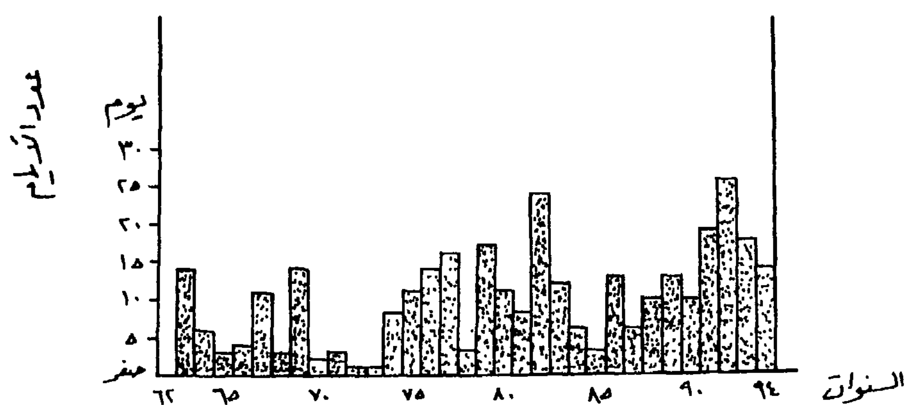
٥- قد تتراوح سرعة الرياح أثناء حدوث عواصف الرعد والبرق ما بين (٣٥ و٤٥) عقدة/ الساعة، أي (٦٤,٨-٨٣,٤) كم/ الساعة، كما أن اتجاهاتها تتغير ما بين شرقية وجنوبية شرقية إلى غربية وشمالية غربية.

لا يقتصر التفاوت في عدد أيام حدوث عواصف الرعد والبرق شهريا أو فصليا، وإنما يتضح هذا التفاوت سنويا على مدى فترة التسجيل (١٩٦٢-١٩٩٤) (فالشكل ٤-٢٠ أ، ب) لعدد أيام حدوث هذه الظاهرة، يشير إلى:

١- تزايد حدوث عواصف الرعد والبرق في عامي ١٩٨٢، ١٩٩٢، فبلغ عدد أيام حدوث ظاهرة الرعد ما بين (٢٠، ١٨) يوما، وتراوح عدد أيام حدوث البرق بين (٢٤ و ٢٦) يوما على التوالي، في حين حدثت أدنى القيم لعواصف الرعد والبرق (يوم واحد) عامي (١٩٧٣، ١٩٨٥) و (١٩٧٣، ١٩٧٤) بالترتيب.



أ- مدرج عدد أيام الرعد



ب- مدرج عدد أيام البرق

شكل رقم (٤ - ٢٠)

مدرجات عدد أيام حدوث الرعد والبرق في موقع رصد الدوحة موزعة حسب السنوات للفترة (١٩٦٢ - ١٩٩٤)



٢- يبدو أن الفئة التي يزيد فيها حدوث عواصف الرعد والبرق عن (١٥) يوما كان نصيبها بين (٦,١٪ للرعد، ١٨,٢٪ للبرق) من المدة (٣٣) عاما، أما الفئة التي تتراوح بين (١٠-١٥) يوما، فقد تفاوتت الظاهرة في حدوثها وتركزها، إذ حظي الرعد بنسبة (٨,٢٪) والبرق (٣٦,٤٪) من المدة ذاتها، في حين تفوق الرعد على البرق في الفئة التي بلغت (٥-١٠) يوما، فكان نصيب الأول (٣٣,٣٪) ونصيب الثاني (٢٤,٢٪) من فترة التسجيل (٦٢-٩٤)، ولعل أكثر تركز لتكرارات عواصف الرعد والبرق يتمثل في الفئة التي تقل عن (٥) أيام، فقد شغل الرعد ما نسبته (٤٥,٥٪)، واحتل البرق (٢٧,٣٪).

٣- تشير الخصائص الواردة في البند (٢) إلى أن نسبة حدوث البرق في الفئة التي تزيد على (١٠) أيام بلغت (٥٥٪) من المدة، فيما تفوّق حدوث الرعد ضمن الفئة التي تقل عن (١٠) أيام، فكان نصيبها (٧٨,٨٪)، **وهذا يعني أن وميض الضوء** Flash of Light **قد يحدث دون أن يتسبب في حدوث الرعد** Thunder، **أو أن أجهزة التسجيل التي تراقب حدوث عواصف الرعد والبرق قد تسجل البرق، أما الرعد فقد يكون ضعيفا أو بعيدا لدرجة أن الأجهزة لم تتمكن من رصده وتسجيله**، ولهذه الأسباب نلاحظ أن متوسط عدد أيام حدوث البرق بلغت (١٠) أيام، بينما لا يزيد متوسط عدد أيام حدوث الرعد عن (٦,٩) يوما للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) في الدوحة.

٤- يوحي **(الشكل ٤-٢٠أ، ب)** أن الاتجاه العام لمجموع عدد أيام حدوث عواصف الرعد والبرق يجنح نحو التزايد، بدليل تركز التكرارات والفئات العليا في الفترة التي تعقب عام ١٩٧٨، هذه الخصائص تشير إلى تحولات وتغيرات مناخية تكون قد طرأت على المنطقة، الأمر الذي يؤدي إلى تكرار تعرضها لعدد أكبر من المنخفضات الجوية المتوسطية، جنبا إلى جنب مع حدوث المنخفضات الحرارية ذات النشأة المحلية، وخاصة أن الاتجاه العام للحرارة يميل - كما أشرنا سابقا - إلى التزايد، مما يمهد لتزايد ونشاط تيارات الحمل التي تنجم عنها مثل هذه المنخفضات.

٣- التبخر: Evaporation

تعتبر عملية التبخر من الظاهرات الطبيعية، وعامل من عوامل الفقد التي توليها الدولة اهتماما كبيرا، وخاصة أن قطر بحكم موقعها تخضع لنظام المناخ

الصحراوي الحار الجاف فترة طويلة من السنة تزيد على سبعة أشهر، حتى في الأشهر المطيرة فإن عدد الأيام التي تعتبر من وجهة النظر المناخية مطيرة، لا تتعدى بضعة أيام بل أحيانا ساعات، وفي ظل هذه الظروف تتأثر عملية التبخر وكمياتها بعوامل متشابكة أهمها:

(أ) **عوامل مناخية**: وتتمثل في: الإشعاع الشمسي، درجة الحرارة، الضغط الجوي، الرياح، الرطوبة الجوية، ضغط بخار الماء.

(ب) **عوامل ذات علاقة بالجسم المائي** الذي يتعرض لعملية التبخر من حيث درجة ملوحته، مساحته وعمقه.

(جـ) **عوامل بيدولوجية**: وترتبط بخصائص التربة الطبيعية، من قوام وبنية ولون.

(د) **عوامل نباتية**: وتنحصر في كثافة وتوزيع الكساء النباتي.

على الرغم من تعدد العوامل التي تتدخل في عملية التبخر، فإن درجة حرارة الهواء وما يتعلق بها من مسببات ونتائج تعتبر من أهم العوامل التي لها علاقة بسرعة التبخر وبطئه، وسيتضح ذلك فيما بعد، والجدير بالملاحظة أن بيانات التبخر المتوافرة والتي تم اعتمادها وتحليلها تمثلها خمسة مواقع رصد هي:

* مدينة الدوحة (المطار) ومسيعيد، ومصدر بياناتهما إدارة الأرصاد الجوية التابعة لوزارة المواصلات والنقل، وبيانات الدوحة تمثلها الفترة الممتدة من (١٩٧٦-١٩٩٤)، ومسيعيد ما بين (١٩٨٤ و ١٩٩٠).

* روضة الفرس، العطورية وأبو سمرة، ومصدر البيانات من نشرات سنوية تصدرها شعبة الأرصاد الزراعية والمائية بقسم البحوث المائية التابع لإدارة البحوث الزراعية والمائية بوزارة الشئون البلدية والزراعة، وتمتد فترة التسجيل بين (١٩٨٠-١٩٩٢)، باستثناء موقع رصد العطورية فسجلاتها تقع ما بين عامي (١٩٨٢-١٩٩٢).

واعتمادا على هذه البيانات ستتم دراسة التالي:

(أ) المتوسط اليومي والشهري والسنوي لكمية التبخر (ملم/ اليوم).

(ب) معدلات التبخر (ملم/ اليوم) موزعة على فصول السنة.

(جـ) العلاقـة بين المتوسط الشهـري للتبـخر (ملم/ اليوم) وكل من درجـة حرارة الهواء والرطوبة النسبية لمواقع الرصد في الفترة المعتمدة لكل منها.

(أ) المتوسط اليومي لكمية التبخر:

يتضح من **الجدول الملحق** للمتـوسطات اليوميـة والشهرية والسنوية لكمـية التبخر رقم (٤-٥) الخصائص التالية:

١- تبدأ المتوسطات اليومـية للتبخر بالتزايد التدريجي من يـناير، ولكنها ترتفع فجأة بعد أبريل حتى يصل المنحنى قمته في يونيو، ثم تتناقص مرة أخرى بعد يوليو.

٢- تتـمثل في شـهر يناير - بغض النظـر عن سنة التسـجيل - أدنى المتـوسطات اليوميــة للتبخر في جـميع مواقع الرصد، فـهي بين (٣,٢٨) ملم/ اليوم في الدوحة، و (١,٨) ملم/ اليوم في روضـة الفرس، و (٢,٨) ملم/ اليوم في العطورية، و (٣,٧) ملم/ اليوم في مسيعيد، يستثنى من ذلك موقع رصد أبو سمرة، حيث يعتبر شهر ديسمبر أدناها، فتبلغ حوالي (٣,١) ملم/ اليوم.

٣- يبدو أن أكبر كمية يومـية تبخرت في الدوحة بلغت (١٨,٤٤) ملم/ اليوم في شهر يونيو من عـام ١٩٨٣، وبلغت أدناها (٣,٢٨) ملم/ اليوم في يناير عام ١٩٧٧، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-٢١)

أكبر وأقل كمية تبخر في مواقع الرصد الرئيسة

الكمية / الموقع	أكبـر كميـة			أقـل كميـة		
	ملم/اليوم	الشهر	السنة	ملم/اليوم	الشهر	السنة
الدوحة	١٨,٤٤	يونيو	١٩٨٣	٣,٢٨	يناير	١٩٧٧
روضة الفرس	١٣,٠٠	يونيو	١٩٨٣	١,٨٠	يناير	١٩٩٠
العطورية	١٩,٥٠	يونيو	١٩٨٦	٢,٨٠	يناير	١٩٨٢
أبو سمرة	١٦,١٠	يونيو	١٩٨٣	٣,١٠	ديسمبر	١٩٨١
مسيعيد	٢٠,٥٨	يونيو	١٩٨٦	٣,٦٦	يناير	١٩٩٠

من **(الجدول رقم ٤-٢١)** يتبين أن أكبر الكميات اليومية تبخرا تتفق وشهر الحرارة (يونيو) كما أن عامي (١٩٨٣-١٩٨٦) شهدا أكبر كمية يومية من التبخر على مدى فترة التسجيل، ويمثل شهر يناير أكثر الشهور برودة، حيث انخفضت كمية التبخر أثناءه إلى أدنى قيمها.

٤- ليس شرطا أن تنعكس هذه الخصائص على المعدلات السنوية العامة للتبخر، إذ بلغ أكبرها في موقع رصد الدوحة حوالي (٩,٨٠) ملم/اليوم عام ١٩٨٤، وفي العطورية (١٠,٥) ملم/ اليوم عام ١٩٨٥.

٥- تتفاوت المعدلات السنوية العامة للتبخر من موقع رصد إلى آخر، تفاوتها من سنة إلى أخرى، فقد تراوحت كل منها خلال فترة التسجيل كما يأتي: في الدوحة: (٧,٧٣-٩,٨٠) ملم/اليوم، وفي روضة الفرس (٦,١-٧,٠٠) ملم/اليوم ،وفي العطورية (٨-١٠,٥) ملم/اليوم، وفي أبوسمرة (٦,٢-١٠,٥) ملم/ اليوم، وفي مسيعيد (٩,٢٧-٩,٨٤) ملم/ اليوم.

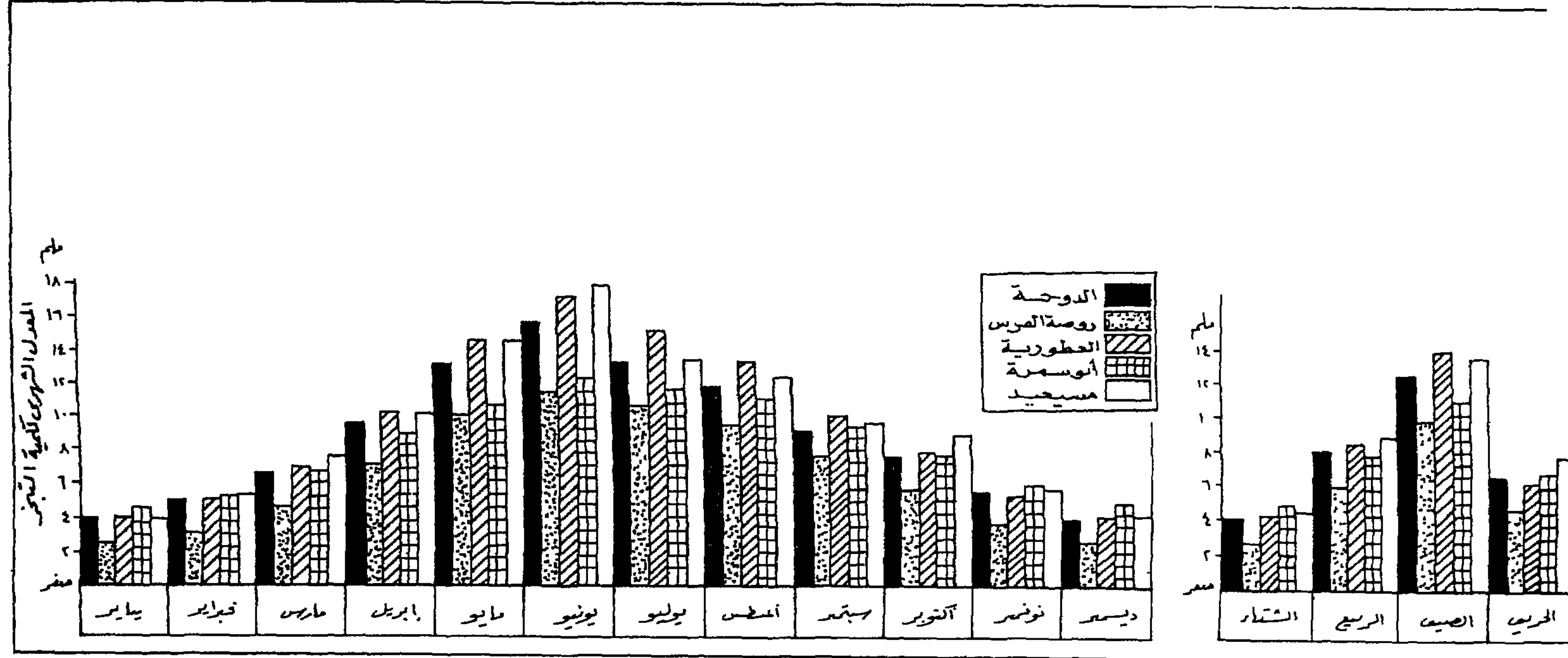
٦- يلاحظ من **(الجدول الملحق رقم ٤-٥)** أن المتوسطات اليومية العامة للتبخر تتزايد كمياتها بالاتجاه نحو الجنوب، فموقع رصد روضة الفرس الذي يتفق وخط عرض (٤٩َ ٢٥ْ) شمالا، ويقع في وسط الجزء الشمالي من قطر، لاتزيد فيه كمية التبخر على (١٣) ملم كمتوسط يومي، وعن (٧) ملم كمتوسط عام، في حين يتراوح في موقع رصد مسيعيد المتفقة مع خط عرض (٥٤َ ٢٤ْ) شمالا، وأبوسمرة الواقعة عند خط عرض (٤٤َ ٢٤ْ) شمالا، بين (٢٠,٥٨، ٩,٨٤) ملم، وبين (١٦,١-١٠,٥) ملم على التوالي، كما أنها تتزايد على الساحل الشرقي مقارنة بالساحل الغربي.

(ب) المتوسطات الشهرية والسنوية لكميات التبخر:

وفيما يختص بالتوزيع الجغرافي لمتوسطات التبخر الشهرية والسنوية في مواقع الرصد، فيبدو التفاوت بينها واضحا، وعليه يمكن من خلال قراءة الأعمدة البيانية **(شكل رقم ٤-٢١)**، **(والجدول الملحق رقم ٤-٥)**، استنتاج التالي:

١- تتفق جميع مواقع الرصد في ظاهرة تزايد المتوسطات الشهرية لكمية التبخر ابتداء من يناير حتى يونيو، ثم تأخذ في التناقص وبنفس المعدل تقريبا حتى





شكل رقم (٤ - ٢)

المعدلات الشهرية لكمية التبخر موزعة حسب الشهور وفصول السنة لمواقع رصد مختارة للفترة (١٩٧٦ - ١٩٩٤)

ديسمبر، ورغم هذا التوافق، فإن التباين ينحصر في كميات التبخر، فالمتوسط الشهري في موقع رصد روضة الفرس يبلغ (٢,٤) ملم/ اليوم، في حين يتزايد في موقع رصد العطورية إلى (٣,٩) ملم/ اليوم، حتى يبلغ مداه في موقع رصد أبو سمرة (٤,٥) ملم/ اليوم، ويعني هذا - تأكيدا لما سبق - أن المتوسطات الشهرية للتبخر تتزايد بالاتجاه نحو الجنوب مستجيبة بذلك مع عوامل ارتفاع درجة حرارة الهواء وجفاف الرياح وانخفاض مقدار الرطوبة.

تتركز أعلى المتوسطات في شهر يونيو دون استثناء، مع وجود اختلاف في قيمها وتوزيعها الجغرافي، فأعلى القيم سجلت على الساحل الشرقي وفي الوسط، فالأول تمثله مسيعيد بمتوسط شهري بلغ (١٧,٩٣) ملم/اليوم، والثاني ينسحب على موقع رصد العطورية بمتوسط شهري (١٧,٢) ملم/اليوم، ويلاحظ أن الجزء الشمالي ممثلا بموقع رصد روضة الفرس ما زال يحتفظ - بالمقارنة - بقيمته الدنيا التي بلغت (١١,٥) ملم/اليوم، شذ موقع رصد أبو سمرة في هذا الشهر عن قاعدة التدرج بالزيادة نحو الجنوب، فاحتل المرتبة الثانية بقيمة قدرها (١٣,٣) ملم/اليوم، مفصحا عن أن الساحل الغربي في شهر يونيو تنخفض خلاله درجة الحرارة مقارنة مع مواقع الرصد الأخرى، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الرطوبة في الجو، وهذا يفسر لنا تناقص التبخر نتيجة انخفاض درجة حرارة الهواء، والعكس صحيح.

٢- من خلال عقد مفاضلة لمتوسطات التبخر الشهرية بين مواقع الرصد في فترتين مختلفتين، تقع الفترة الأولى بين شهري يناير - يونيو، وتمتد الثانية بين يونيو- ديسمبر، فإننا نلاحظ أن مجموع المتوسطات الشهرية للتبخر في مواقع رصد الدوحة والعطورية ومسيعيد تميل نحو التزايد خلال الفترة الأولى بواقع (٢,٥٤، ٢، ٥,٦) ملم/ اليوم على التوالي، في حين يتجه مجموع المتوسطات الشهرية للتبخر في مواقع رصد روضة الفرس، وأبو سمرة نحو التناقص بقيم تبلغ (-٠,٦، -٢,٠) ملم/ اليوم على التوالي.

كما تشهد الفترة الواحدة اختلافا توزيعيا في مجموع المتوسطات الشهرية للتبخر باختلاف موقع الرصد، إذ يتزايد المجموع خلال الفترة الأولى من

(يناير - يونيو) على الساحل الجنوبي الشرقي (مسيعيد ٥٩,٢٦) ملم/ اليوم وفي الوسط (العطورية ٥٧,٨٠) ملم/ اليوم، ويتناقص في الشمال (روضة الفرس ٣٨,٨٠) ملم/ اليوم، وعلى الساحل الجنوبي الغربي (أبوسمرة ٤٨,٣٠) ملم/ اليوم، أما في الفترة الثانية (يوليو - ديسمبر) فيحتل موقع رصد العطورية المرتبة الأولى بمجموع (٥٥,٨٠) ملم/ اليوم، يليه موقع رصد مسيعيد بمجموع (٥٣,٥٦) ملم/ اليوم، بينما لا يحدث تغيير يذكر لموقعي رصد روضة الفرس وأبوسمرة.

٣- يتضح من (الشكل رقم ٤-٢١) أن موقع رصد روضة الفرس سجل أدنى المتوسطات الشهرية للتبخر على مدى الفترة (يناير - ديسمبر)، تراوحت بين (٢,٤ و ١١,٥) ملم/ اليوم، هذه السمة لا تنسحب على أي من مواقع الرصد الأخرى، أما أعلى المتوسطات فتناوبتها جميع مواقع الرصد على طول هذه الفترة.

٤- يتبين أن المتوسطات الشهرية للتبخر والتي تزيد على (١١) ملم/ اليوم تنحصر في غالبية أشهر الصيف (مايو، يونيو، يوليو وأغسطس)، أما أشهر الشتاء (ديسمبر، يناير وفبراير) فتقل فيها هذه المتوسطات عن (٥) ملم/ اليوم، ولهذه الخصائص علاقة بحالة تشبع الهواء ببخار الماء من عدمه، ففي الفترة الأولى (أشهر الصيف) يحتاج الهواء لكميات أكبر من بخار الماء، فتنشط عملية التبخر ويزداد الفاقد من المياه، في حين يكون الهواء قد وصل إلى درجة من التشبع أو قريب منها لانخفاض درجات الحرارة وانكماش الهواء لبرودته، الأمر الذي يحد من عملية التبخر وتقل بالتالي الكميات الفاقدة منه.

٥- من قراءة (الشكل ٤-٢١) نلاحظ أن فصل الشتاء أقلها تعرضا لعمليات التبخر، في حين تنشط العملية في فصل الصيف لتصل المتوسطات إلى أعلى قيم لها.

٦- يتبين أن عمليات التبخر تتفوق في فصل الربيع عن مثيلاتها في فصل الخريف، وربما يرجع هذا التفاوت إلى سيطرة الرياح الجنوبية الحارة الجافة (السهيلي) في فصل الربيع والتي تعمل بدورها على خفض نسبة الرطوبة، وبالتالي نشاط عملية التبخر، في حين تتعرض قطر لتكرار هبوب الرياح

الجنوبية الشرقية الرطبة التي تؤدي إلى ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو وبالتالي يصبح أقل ملاءمة لنشاط عملية التبخر.

٧- لا يقتصر التفاوت في كميات التبخر على فصول السنة فحسب، بل يتمثل هذا التفاوت بين مواقع الرصد المختلفة على مدار فصول السنة أو ضمن الفصل الواحد، فإجراء مقارنة بين موقعي رصد الدوحة ومسيعيد الواقعين على الساحل الشرقي لشبه الجزيرة، يتضح لنا أن مجموع كمية التبخر في موقع رصد مسيعيد يفوق نظيره في موقع رصد الدوحة، وعلى مدار فصول السنة، ففي فصلي الشتاء والصيف يتراوح مجموع التبخر في الأول - مثلا - ما بين (١٣,٢٣، ١٦ ,٦٨) ملم/ اليوم، بينما يبلغ في الثاني (١٢,٥٥، ٩٦ ,٦٢) ملم/ اليوم، وبناء عليه فإن الفرق بين الكميتين لا يتجاوز في فصل الشتاء (٠,٦٨) ملم/ اليوم، بينما يصل إلى (٥,٢) ملم/ اليوم في فصل الصيف.

هذا التفاوت تزداد حدته بين الساحل والداخل بقدر ما تزداد بين مواقع الرصد الداخلية نفسها وفي مختلف الفصول، فموقع رصد أبو سمرة على خليج سلوى في الطرف الجنوبي الغربي لقطر سجل في فصلي الشتاء والصيف ما يتراوح مجموعه بين (١٤,٥ و ٥٥,٠) ملم/ اليوم، وفي فصلي الربيع والخريف ما بين (١٥,٦ و ١٣,٥) ملم/ اليوم، وبالمقابل فإن هذه القيم تراوحت في موقع رصد روضة الفرس الداخلي بين (٨,١٠ و ٤٩,١٠)، (١١,٧ و ٩,٣) ملم/ اليوم على التوالي، والقيم الأخيرة هذه مقارنة مع قيم موقع رصد العطورية الذي يقع إلى الجنوب من موقع رصد روضة الفرس تثير تساؤلا حول أسباب هذا التفاوت الواضح بين الموقعين مع أنهما يقعان في الداخل، وتفسير ذلك يكمن في أن موقع رصد العطورية يتعرض لهبوب الرياح الحارة الجافة وخاصة الجنوبية منها بدرجة أكبر مما يتعرض لها موقع رصد روضة الفرس الذي يخضع بالمقابل لعدد أكبر من تكرارات هبوب الرياح الشمالية الغربية، الأمر الذي يترتب عليه في الأولى إمكانية استيعاب المزيد من بخار الماء بسبب انخفاض نسبة رطوبته، فتزيد بالتالي عمليات التبخر عنه في الحالة الثانية.

٨- وإذا اعتبرنا مجموع كمية التبخر التي تحدث في فصل الصيف (٣٠٥,٦٢) ملم/اليوم معيارا نقيس على أساسه الفاقد من المياه عن طريق التبخر في الفصول الأخرى، لتبين لنا عظم الفاقد منها في فصل الصيف، فالفاقد من المياه في فصل الربيع يشكل (٢٥,٦٪)، في حين تتراوح نسبته بين (٢٠,١٪ و ٢٠,٥٪) في فصلي الشتاء والخريف، فكأن فصل الصيف يشكل ما نسبته (٣٣,٨٪) من مجموع كمية التبخر، ولكن كمية التبخر تبلغ نسبتها في الواقع (٦٠,٢٪).

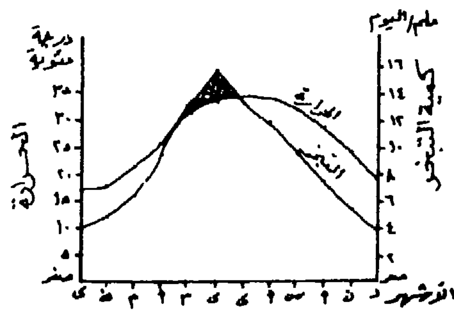
(جـ) العلاقة بين المتوسط الشهري للتبخر ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية:

العلاقة بين المتوسط الشهري للتبخر ودرجة حرارة الهواء:

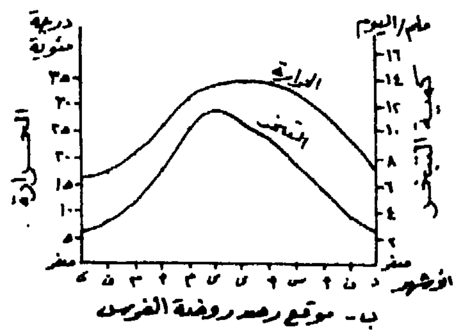
١- تشير المنحنيات (**شكل رقم ٤-٢٢ أ-هـ**) إلى أن المتوسط الشهري للتبخر يتزايد مع ارتفاع درجات الحرارة، ويتناقص مع انخفاضها، ومن الملاحظ أن أقصى كمية للتبخر في جميع مواقع الرصد تحدث في شهر يونيو، وهي بهذا لا تتفق مع أعلى متوسط لدرجة الحرارة والذي يتمثل في شهر يوليو، وإنما تتأثر بقوة الإشعاع الشمسي وعدد ساعات سطوع الشمس (صفاء الجو) اللذين يبلغان أوجهما في شهر يونيو، لذا يميل منحنى المتوسط الشهري للتبخر نحو اليمين، في حين ينحرف منحنى المتوسط الشهري لدرجات الحرارة بذيله نحو اليسار.

٢- من المؤشرات ذات المغزى أن المتوسط الشهري للتبخر يتزايد في قيمه في الفترة من (يوليو-ديسمبر) بدرجة تفوق معدلات الزيادة في الفترة من (يناير-مايو)، ولهذه الزيادة علاقة بدرجات الحرارة التي تحتفظ بقيمها المرتفعة والتي لا تنخفض حتى في شهر ديسمبر عن (١٧,٥°)م من ناحية، ولارتباطها أحيانا بمنخفضات حرارية (من الجزيرة العربية) تؤدي إلى هبوب رياح جنوبية غربية ساخنة وجافة، وبالمنخفض الموسمي الهندي الذي تنشط على إثره في أحيان أخرى رياح شمالية غربية حارة من ناحية ثانية.

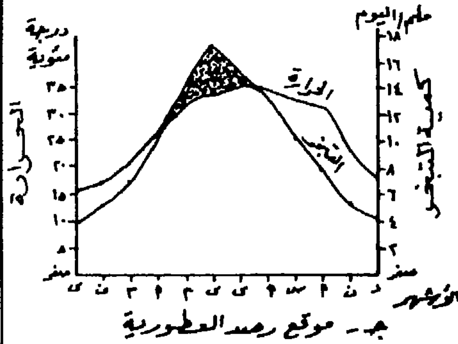
٣- يقترن اقتراب منحنى متوسط التبخر من منحنى درجات الحرارة بتزايد عمليات التبخر، والعكس صحيح، وفي حالة تقاطعهما، تصل كمية التبخر إلى أقصى درجاتها، وعلى هذا الأساس نلاحظ أن منحنيي التبخر والحرارة في موقع رصد روضة الفرس يتباعدان نوعا ما، مما يشير إلى تناقص متوسطات التبخر،



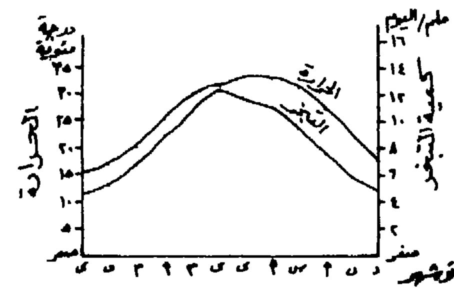
أ- موقع رصد الدوحة



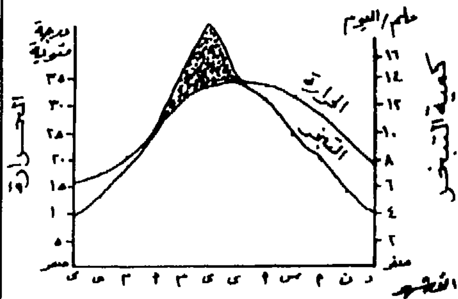
ب- موقع رصد روضة الفرس



جـ- موقع رصد العطورية



د- موقع رصد أبو سمرة



هـ- موقع رصد مسيعيد

شكل رقم (٤-٢٢)

العلاقة بين درجات الحرارة وكمية التبخر اليومية في مواقع رصد مختارة موزعة حسب شهور السنة

وفي موقع رصد أبو سمرة يقتربان، دون أن يتلامسا أو يتقاطعا مما يوحي بتزايد متوسطات التبخر، أما في مواقع الرصد الأخرى: الدوحة، مسيعيد والعطورية، فإن المنحنيين يتقاطعان في موضعين: الموضع الأول في شهر أبريل (منتصفه) وهذا يعني حدوث تحول مفاجئ في درجات الحرارة ارتفاعا، فتنشط عمليات التبخر مما يترتب عليه تزايد كمياته، والموضع الثاني بين يوليو وأغسطس، وقد يحدث قبل يوليو كما هو الحال في موقع رصد الدوحة، وتعليل ذلك يكمن في بداية الانخفاض الفعلي لكميات التبخر ولكن بدرجات بطيئة، فبقدر ما تتزايد مساحة المثلث التي تحصرها نقطتا التقاطع ورأس المثلث بقدر ما تتزايد كميات التبخر والتي يمكن تسميتها بفترة الذروة، وهذا ما يؤكده الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٢٢)

مقارنة إحصائية بين فترات الذروة لمواقع رصد مختارة

الفترة / الموقع	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	
الدوحة	... ———	———	——— ...	———	٣٨,٢٦
مسيعيد	———	———	———	———	٤٢,٦٩
العطورية	.. ———	———	———	——— ..	٥٢,٩٢

. . . . الفترة العادية — فترة الذروة

من (الجدول رقم ٤-٢٢) يتبين أن فترة الذروة تتفاوت في مدتها وكمياتها بين مواقع الرصد الساحلية (الدوحة، مسيعيد)، تفاوتها بين الساحل والداخل (العطورية)، فمع تناقص المدة التي تمثلها فترة الذروة تنخفض كميات التبخر (الدوحة) ومع تزايد المدة تتزايد كميات التبخر (مسيعيد)، إلا أن عمليات التبخر في الداخل (العطورية) أكثر فاعلية ونشاطا وأقدر على سرعة وتزايد كمياته من الساحل، وتفسير ذلك ينحصر في أن الداخل يتعرض لرياح جافة، بعكس الساحل الذي يتميز بهواء رطب نسبيا، كما أن المدة التي تمثلها فترة الذروة تستمر من منتصف الأسبوع الأول لشهر إبريل حتى نهاية الأسبوع الثالث من شهر يوليو، في حين أنها قد تمتد على الساحل لفترة أقصر، إذ تتراوح في الدوحة ما بين منتصف

إبريل ومنتصف الأسبوع الأخير من يونيو، وفي مسيعيد سجل أكبر متوسط شهري للتبخر في يونيو حيث بلغ (١٥,٩٣) ملم/ اليوم.

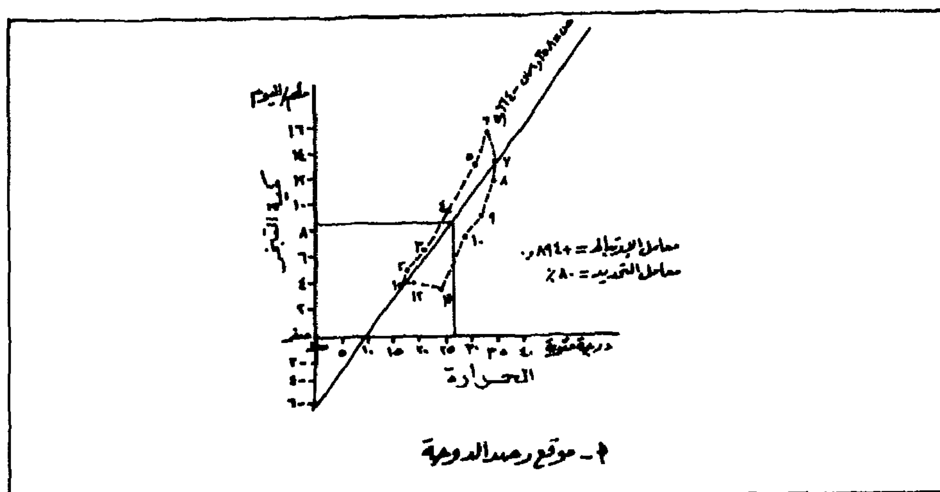
وفي محاولة لتمثيل العلاقة بين المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (متغير مستقل) والمتوسط الشهري للتبخر (متغير تابع) جبريا، يتضح لنا من الرسومات البيانية (رقم ٤-٢٣ أ-هـ) مجموعة خصائص نلخصها في التالي

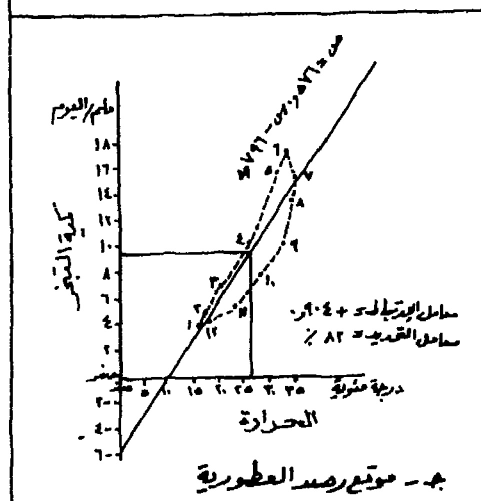
١- العلاقة بين المتغيرين علاقة طردية (موجبة)، فكمية التبخر تتناقص مع انخفاض درجات الحرارة، والعكس صحيح.

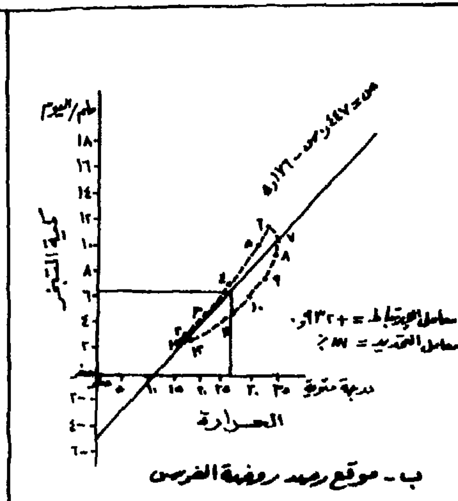
٢- تقترن نوعية العلاقة الدالية بمدى اقتراب قيم المتوسطات من أول وقوعها على خط الانحدار، وتضعف العلاقة مع التوزيع الانتشاري للقيم وابتعادها أو شذوذ بعضها عن خط الانحدار، فنظرة تفحصية إلى الأشكال الممثلة لمعادلة خط الانحدار، يتبين أن أقوى العلاقات يتمثل في موقع رصد أبو سمرة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (+٠,٩٤٩)، يليه موقعا رصد روضة الفرس والعطورية بقيم تتراوح بين (+٠,٩٣٢ و +٠,٩٠٤) على التوالي، وأقلهما موقعا رصد الدوحة ومسيعيد بقيمتين بلغتا (+٠,٨٩٤ و +٠,٨٦٣).

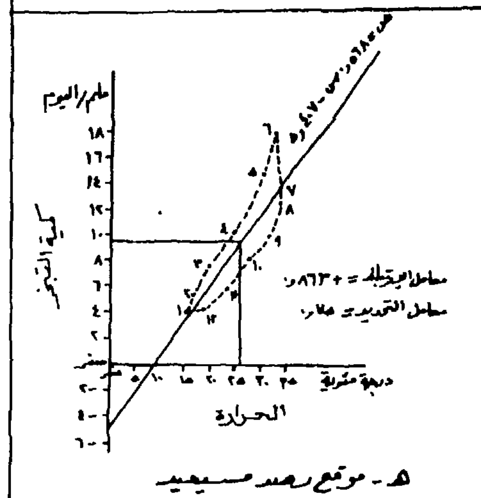
٣- ما دامت هناك علاقة فإن النقط تنتشر على طول خط الانحدار بشكل منتظم، وقوتها تتمثل بمعامل التحديد Determination Coefficient، فالعلاقة تتدرج في قوتها من موقع رصد أبو سمرة بمعامل تحديد (٩٠٪) على الساحل الجنوبي الغربي، باتجاه موقعي اليابس القطري روضة الفرس (٨٧٪) والعطورية (٨٢٪)، إلى أن نصل إلى الساحل الشرقي حيث أدنى قيم لمعامل التحديد تتمثل في الدوحة (٨٠٪) ومسيعيد (٧٥٪).

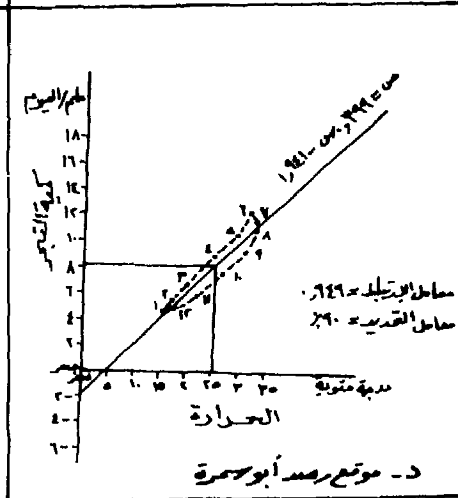
٤- عند إجراء اختبار مستوى دلالة معامل الارتباط، توصلنا إلى أن قيم (ت) المحسوبة لجميع مواقع الرصد تتراوح بين (٥,٤٠ و ٩,٥٢)، وهي أكبر من قيمة (ت) النظرية (٣,١٧)، لذا نرفض فرض العدم القائل بعدم وجود علاقة بين المتغيرين، ونقبل الفرض البديل، وأن قيم معاملات الارتباط المحسوبة لها دلالات معنوية إحصائية عند مستوى (٠,٠١).











شكل رقم (٤-٢٣)

العلاقة الدالية بين فئات درجات الحرارة وكمية التبخر في مواقع رصد مختارة

٥- من الملاحظ أن الاختلافات في المتوسطات الشهرية للتبخر تتناقص من الساحل الشرقي لقطر باتجاه اليابس القطري، ومنه باتجاه الساحل الغربي، كما أنها تتناقص على الساحل الشرقي واليابس القطري من الجنوب باتجاه الشمال، والجدول التالي يشير إلى ذلك:

جدول رقم (٤-٢٣)

الاختلافات في قيم المتوسطات الشهرية للتبخر

الموقع	الساحل الشرقي		اليابس القطري		الساحل الغربي
	الدوحة	مسيعيد	روضة الفرس	العطورية	أبو سمرة
الاختلافات ٪	٢٠	٢٥	١٣	١٨	١٠

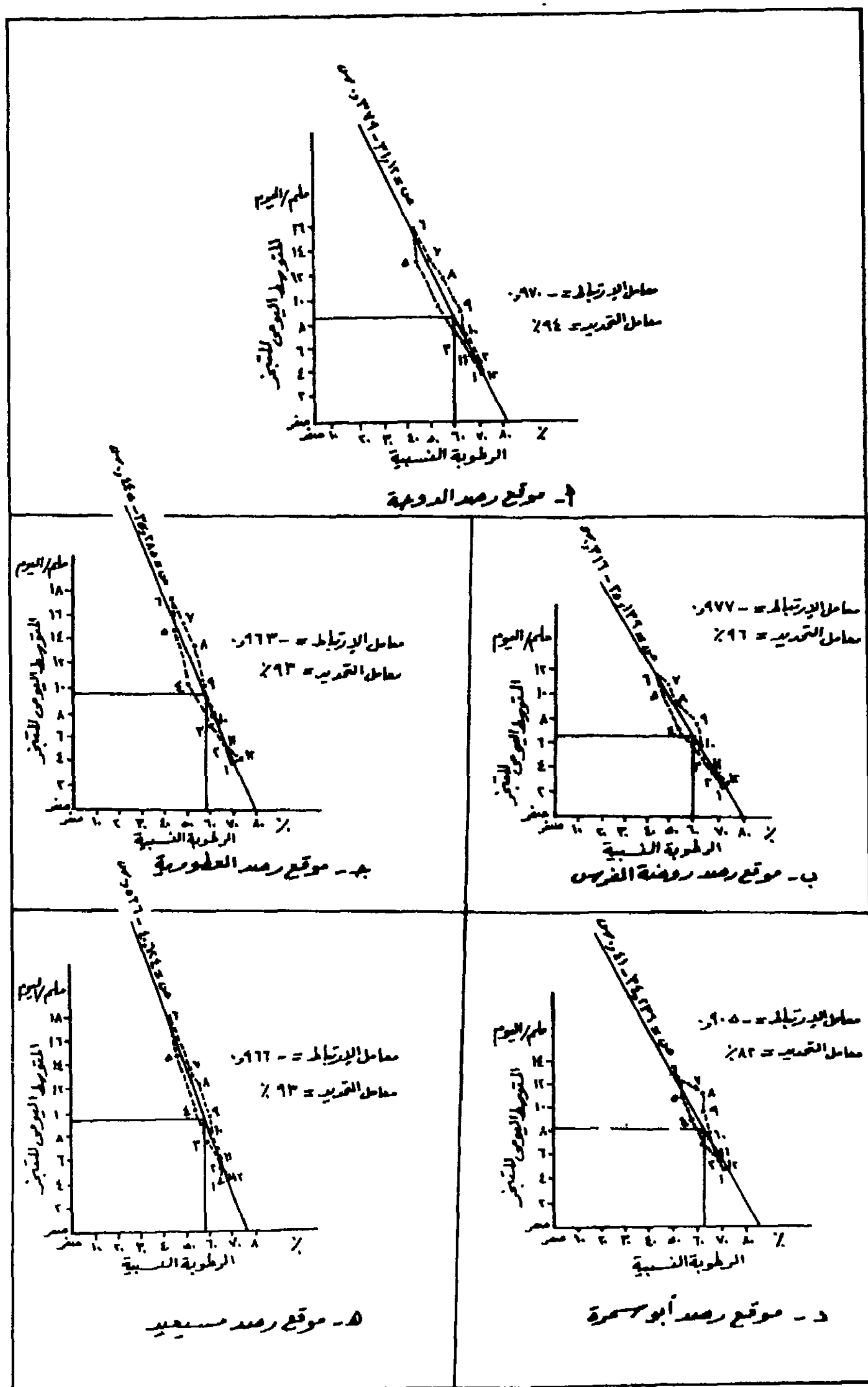
فبقدر ما تزداد شفه هذه الاختلافات بقدر ما يكون تأثير العوامل الأخرى كبيرا، ويضعف بالتالي أثر العامل الحراري، فقد تكون لعامل الرطوبة أو الضغط الجوي آثار مباشرة أو غير مباشرة على نشاط عملية التبخر على الساحل الشرقي، كما أن الغطاء النباتي في موقع رصد روضة الفرس عامل يحمي التربة من عمليات التبخر، ويقلل من فرص الاختلافات التي تظهر في موقع رصد العطورية.

٦- يوحي شكل الانتشار إلى أن التباين يبدأ في الظهور، والنقط في التغير مع تناقص معاملات الارتباط، بدءا من الاعتدال الربيعي وحتى نهاية يونيو، ومن الاعتدال الخريفي حتى نهاية نوفمبر، ولعل هذه الخصائص المستوحاة ترتبط بارتفاع الحرارة المفاجئ، والتغيرات التي تطرأ عليها؛ نتيجة تعرض المنطقة لكتل هوائية متفاوتة في خصائصها، مما يؤدي إلى تفاوت كبير في درجات الحرارة، ومن ثم إلى تفاوت بين معدلات التبخر.

العلاقة بين المتوسط الشهري للرطوبة النسبية والمتوسط الشهري للتبخر:

من الأشكال البيانية (رقم ٤-٢٤ أ-هـ) نقف على التالي:

١- يوحي الانتشار المنتظم لقيم المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية والتبخر إلى وجود علاقة بينهما، هذه العلاقة يحدد نوعها اتجاه القطع الناقص Ellıps الذي



شكل رقم (٤-٢٤)

العلاقة الدالية بين فئات الرطوبة النسبية والمتوسط اليومي للتبخر في مواقع رصد مختارة

يأخذ اتجاها شماليا غربيا - جنوبيا شرقيا، لذا فإن الارتباط في هذه الحالة يكون سالبا، أي أن العلاقة عكسية Inverse Correlation بين المتغيرين بمعنى أن تزايدا في متوسط الرطوبة النسبية يصحبه تناقص في المتوسطات الشهرية للتبخر، بعكس الوضع بين الحرارة والتبخر، وبين ضغط بخار الماء والتبخر.

٢- يشير شكل القطع الناقص في الرسومات البيانية إلى أن العلاقة بينهما علاقة قوية، وهي كما يبدو أقوى من العلاقة بين درجات الحرارة والتبخر، والسبب في ذلك يرجع إلى وقوع معظم القيم في مجال متقارب، أو أن بعضها يقع على امتداد خط الانحدار، كما هو الحال في قيم شهري فبراير ونوفمبر في موقع رصد مسيعيد، ولقياس درجة هذه العلاقة وتحديد نوعها وقوتها تم حساب معاملات الارتباط Correlation Coefficients.

ومع أن العلاقة قوية، فإن هذا لا يعني وجود علاقة سببية؛ لأن الارتباط لا يعني بالضرورة وجود مثل هذه العلاقة؛ لأنها ليست علاقة تبعية مباشرة، ومن هنا يمكن القول بأن الترابط بين المتوسط الشهري للرطوبة والمتوسط الشهري للتبخر ليس شرطا للسببية، ولكن السببية شرط للترابط.

٣- يبدو أن التدرج الذي لاحظناه في العلاقة بين المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة ومثيلاتها التبخر والذي ينتقل صعودا من الساحل الشرقي إلى الوسط فالساحل الغربي، يتبدل تماما، حيث ينطلق التدرج متجها في هذه العلاقة من وسط الشمال (روضة الفرس) باتجاه الجنوب (العطورية)، ومنها باتجاه الساحل الشرقي (الدوحة ومسيعيد)، والساحل الغربي (أبو سمرة)، فأقوى العلاقات يمثلها موقع رصد روضة الفرس بقيمة تبلغ (-٩٧٧, ٠)، تتناقص باتجاه الساحل الشرقي (الدوحة -٩٧٠, ٠)، فالجنوب (العطورية -٩٦٣, ٠) في حين تصل هذه العلاقة إلى أدنى قيمة لها (-٩٠٥, ٠) في أبوسمرة.

٤- يبقى أن نحدد قوة العلاقة بين المتغيرين، فمعامل التحديد في موقع رصد روضة الفرس يبلغ (٩٦٪)، أي أن (٩٦, ٠) من الاختلافات في المتوسط الشهري للتبخر تعزى إلى الاختلافات التي تطرأ على المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية، وأن (٠٤, ٠) فقط ترجع إلى عامل الصدفة أو

الأخطاء العشوائية، زادت الاختلافات في موقع رصد أبوسمرة عن ذلك، فبلغت حوالي أربعة أضعاف ونصف عما هي عليه في روضة الفرس؛ نظرا لتدخل عوامل أخرى قد تكون ذات علاقة بالرياح الجافة التي تأتيها من البر السعودي.

٥- عرفنا أن شكل انتشار القيم Scatter Diagram يؤثر على نوع العلاقة وقوتها، بمعنى أن بعض القيم تنحرف عن خط الانحدار، إلا أن هذا الانحراف يتفاوت من قيمة إلى أخرى تفاوته من شهر إلى آخر، ومثالنا على ذلك موقع رصد الدوحة: فنلاحظ أن القيم التي تقع على يسار خط الانحدار سالبة بمعنى أن القيم المشاهدة وفق معادلة الانحدار وصيغتها كالتالي:

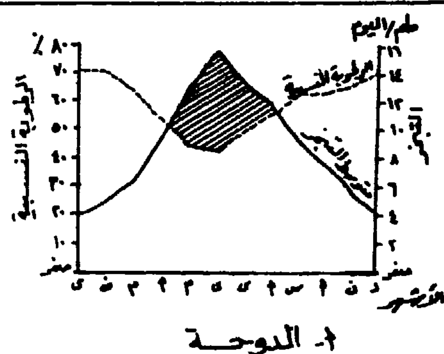
صن = ٣١,١٢٢ - ٠,٣٧٩ س

تنحرف عن خط الانحدار بمقدار هذه القيم؛ فانحراف القيم في شهر يناير يبدو ضئيلا، ثم يزداد هذا الانحراف في شهر إبريل إلى أقصى قيمة له، وتتفق هذه الخصائص من ناحية مع الانخفاض السريع للرطوبة النسبية التي بلغت في يناير (٧١٪)، إلى (٥٣٪) في شهر إبريل، وترتبط من ناحية ثانية مع التزايد السريع لمتوسطات التبخر، فقيمة شهر يناير التي بلغت (٣,٨٦) ملم/اليوم، ارتفعت في شهر إبريل إلى (٩,٥) ملم/اليوم، أي أن الانخفاض والزيادة بلغا ما بين (٢٥,٤٪) للرطوبة، (١٤٦٪) للتبخر.

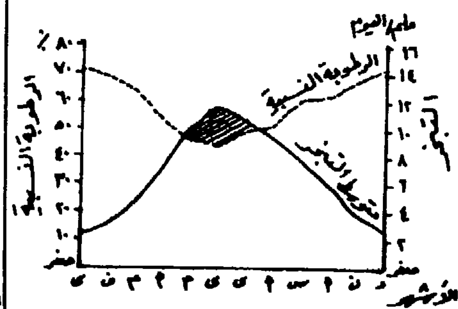
أما القيم التي تقع على يمين خط الانحدار فموجبة، أي أنها تزيد على القيم المتوقعة، فتنحرف عن خط الانحدار بمقدار هذه القيمة، فيلاحظ أن تبعثر النقط، واتساع مدى الانحرافات والاختلافات يبدأ في نهاية شهر يونيو؛ وذلك لتعرض المنطقة لهبات من رياح الكوس الجنوبية الشرقية، وهي رياح تتفاوت في مدى التقاطها لبخار الماء، الأمر الذي ينتج عنه كثير من التناقص، ومن نهاية شهر سبتمبر حتى شهر ديسمبر يختفي انتشار القيم وتبعثره، وتتقلص الاختلافات، وتنكمش الفروق، وتتلاشى إلى حد كبير الانحرافات بين القيم المشاهدة والمتوقعة؛ لأن الرطوبة النسبية في تزايد نسبتها تبدو شبه ثابتة تقريبا، مما يؤدي إلى نوع من التوازن بين هذه الزيادة ومقدار التناقص في حجم التبخر، وينسحب هذا التحليل والتعليل على جميع مواقع الرصد.

٦- من الرسومات البيانية (رقم ٤-٢٥ أ-هـ) التي توضح التباين في العلاقة بين الرطوبة النسبية والتبخر موزعة حسب أشهر السنة، يتبين أن شهر يونيو في أي من مواقع الرصد يمثل قاسما مشتركا بين أعلى قيمة للمتوسط الشهري للتبخر وأدنى قيمة للرطوبة النسبية، وبقدر ما تنخفض أو ترتفع قيم الرطوبة النسبية من أبريل إلى نهاية أغسطس، بقدر ما تتزايد أو تتناقص كمية التبخر، بمعنى أن الزاوية التي يصنعها خط المضلع مع المستوى الأفقي في حالة كمية التبخر تكبر أو تصغر نتيجة انحرافه نحو اليسار (ابتعاده عن المركز) أو اليمين، وبالتالي تتسع المساحة التي يشكلها تقاطع الضلعين (الرطوبة، التبخر)، وتقل زاوية الرأس بالنسبة للتبخر، وتتمثل هذه الحالة في موقع رصد الدوحة والعطورية ومسيعيد حيث تتراوح زاوية الرأس بين (٧٩° و ٨٦° و ٥٦°) على التوالي؛ لأن انخفاض أو ارتفاع قيم الرطوبة النسبية الذي يصاحبه تزايد أو تناقص كمية التبخر يظهر بشكل حاد، وعلى النقيض من ذلك فإن التدرج في انخفاض قيم الرطوبة النسبية أو ارتفاعها من ناحية، وضيق الفروقات بينها من ناحية ثانية، من شأنه أن يؤدي إلى نوع من الاعتدال في كمية التبخر تزايدا أو تناقصا، وبالتالي إلى ضيق الزاوية التي يصنعها خط المضلع مع المستوى الأفقي أو اتساعها، وعليه تصغر المساحة التي تتشكل نتيجة التقاطع، ولكن زاوية الرأس تفوق مثيلاتها في الحالة الأولى، حيث تراوحت بين (١٢٠°) في موقع رصد روضة الفرس، و (١٢٢°) في موقع رصد أبوسمرة.

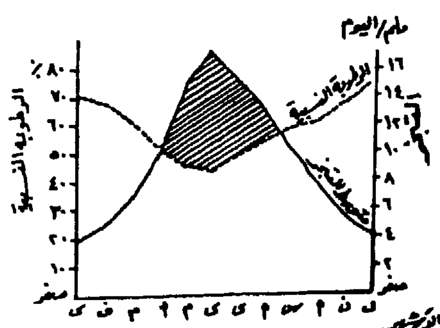
٧- من (**الشكل رقم ٤-٢٥هـ**) لموقع رصد مسيعيد، نلاحظ مدى تأثير التغير في قيم الرطوبة النسبية على كمية التبخر في الفترة بين يونيو وأغسطس، حيث ارتفعت الرطوبة النسبية من (٤٣,٥٪) في يونيو إلى (٥٢٪) في شهر يوليو، أي بفارق (٨,٥٪)، فتناقصت كمية التبخر من (١٧,٩٣) ملم/ اليوم إلى (١٣,٥٦) ملم/اليوم، وبالمقابل اتسعت الزاوية في الحالة الأولى وضاقت في الثانية، ولو استمر معدل الزيادة في الرطوبة النسبية على حاله، لانتقلت نقطة التقاطع من منتصف أغسطس إلى منتصف يوليو، ولكن الذي حدث أن ارتفعت الرطوبة النسبية ولكن بمعدل أقل (٣,٥٪) فانحرف مضلع الرطوبة نحو اليمين فتناقصت الزاوية التي يصنعها مع المستوى الأفقي،



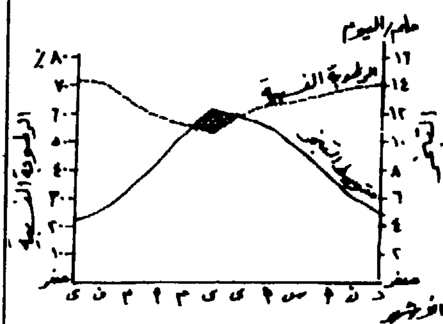
أ- الدوحة



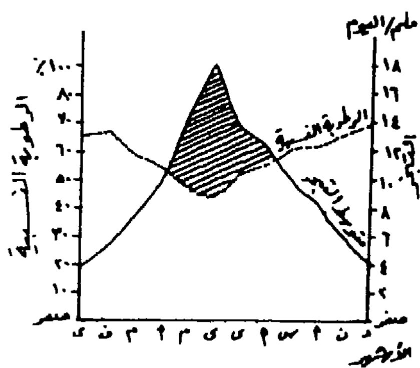
ب- روضة الفرس



جـ- العطورية



د- أبو سمرة



هـ- مسيعيد

شكل رقم (٤-٢٥)

العلاقة بين الرطوبة النسبية وكمية التبخر اليومي في مواقع رصد مختارة موزعة حسب شهور السنة

واتسعت نتيجة لذلك الزاوية التي صنعها مضلع التبخر، بسبب انحرافه نحو اليسار، فكانت المحصلة أن زادت المساحة وبالتالي تحركت نقطة التقاطع إلى منتصف أغسطس.

٤- الرطوبة الجوية Moisture (**بخار الماء** Water Vapour).

تعتبر الرطوبة من عناصر المناخ الأساسية، إذ تلعب دورا رئيسا في تشكيل الخصائص المتيورولوجية وتفاوتها من مكان إلى آخر، ومن وقت إلى آخر، وفي حدوث مظاهر التكاثف، وفي تباين نسبة الرطوبة في الجو Humidity، وفي نشأة السحب Cloudiness، وفي التساقط precipetation، وفي الرؤية Visibility، كما أنها تشترك مع السحب في تنظيم عملية فقدان الأرض لحرارتها، منها: عملية التبادل الحراري Heat Exchange، وتبادل الرطوبة Moisture Exchange، كما ذكر (Howard, J., 1966, p. 37)، ولها علاقة بمقدرة الإنسان على تحمل درجات الحرارة، وقبل أن نتحدث عن أهم مظاهر التكاثف يجدر بنا أن نعالج موضوع الرطوبة:

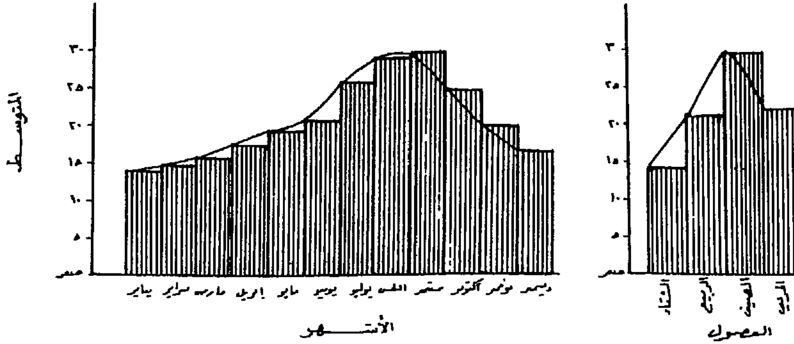
الرطوبة: Humidity

اهتمت إدارة الأرصاد الجوية في قطر كي تتعرف على مقدار الرطوبة النسبية بقياس مكوناتها: أهمها بخار الماء الموجود في الهواء، وحساب الضغط الناتج عنه.

١- ضغط بخار الماء: Vapour Pressure

وهو الضغط الناتج عن بخار الماء الموجود في الهواء، ويلاحظ من (**الشكل رقم ٤-٢٦**) أن ضغط بخار الماء يتزايد متدرجا ابتداء من شهر يناير، حتى يصل إلى أوج قمته في شهر سبتمبر، ثم يأخذ في التناقص التدريجي المعتاد، وهذا يعني أن ضغط بخار الماء يبلغ أدنى حد له خلال أشهر الشتاء، ويتزايد في الفترات الانتقالية ممثلا في الربيع والخريف، إلى أن يبلغ أقصى قيم له خلال أشهر الصيف، ولهذه الخصائص علاقة بكل من درجة الحرارة ومقدار الضغط الجوي، فالعلاقة بين درجة الحرارة وضغط بخار الماء بلغت قيمتها (+٨٤٧,)، وهي كما يبدو علاقة موجبة (طردية)، والعلاقة بين الضغط الجوي وضغط بخار الماء بلغت

مدرج ومنحنى المتوسطات الشهرية لضغط بخار الماء في موقع رصد الدوحة
موزعة حسب الشهور وفصول السنة

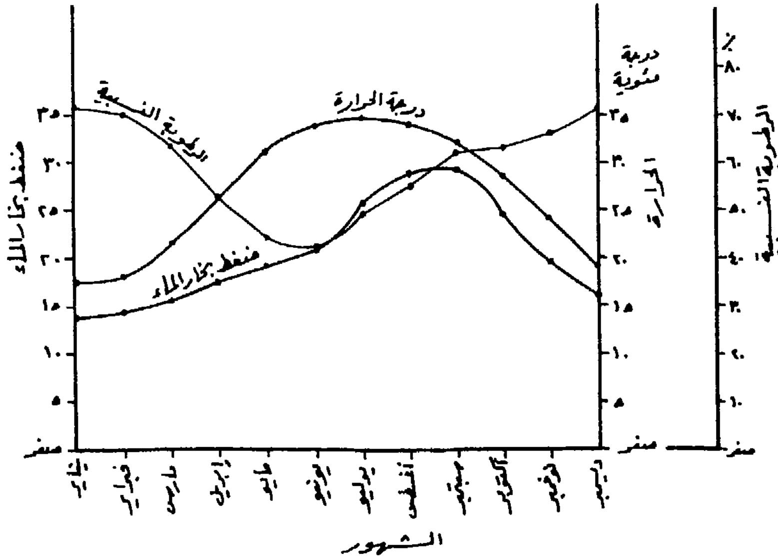


شكل رقم (٤-٢٦)

(-٧٤٧, ٠)، وهي علاقة سالبة (عكسية)، وتشير هاتان القيمتان إلى أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة وانخفض الضغط الجوي ارتفع مقدار ضغط بخار الماء، بمعنى أن الهواء يمكن أن يستوعب كمية أكبر من بخار الماء الذي يحملها نفس حجم هذا الهواء، والعكس صحيح، أي أن قدرة الهواء على حمل كميات أخرى من بخار الماء تتناسب طرديا مع درجات الحرارة، وعكسيا مع مقدار الضغط الجوي وحتى مع الرطوبة النسبية رغم ضعف العلاقة بين ضغط بخار الماء والرطوبة النسبية **(شكل رقم ٤-٢٧)**.

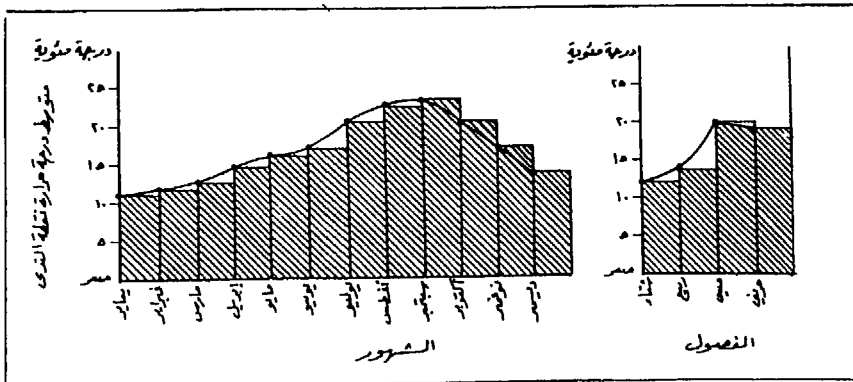
وفي حالة ما إذا بلغ الهواء درجة التشبع Saturated، فإن الهواء يكون قد احتوى على كمية بخار الماء التي يستطيع حملها، وبهذا يصل إلى درجة حرارة نقطة الندى Dew-Point Temperature.

حيث يتبين من **(الشكل رقم (٤-٢٨)** أن درجة حرارة نقطة الندى تتفق في تزايدها المتدرج مع ضغط بخار الماء، وهي الحالة التي يكون فيها الضغط الفعلي لبخار الماء مساويا لضغط بخار الماء في حالة التشبع، ولعل العلاقة بين ضغط بخار



شكل رقم (٤-٢٧)

منحنيات العلاقة بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية وضغط بخار الماء في موقع رصد الدوحة موزعة حسب شهور السنة



شكل رقم (٤-٢٨)

مدرج ومنحنى المتوسطات الشهرية لدرجة حرارة نقطة الندى في موقع رصد الدوحة موزعة حسب شهور وفصول السنة

الماء ودرجة حـرارة نقطة الندى علاقـة موجبـة وقوية تبلغ (+٩٩٥, ٠)، كـما أن العلاقة بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة نقطة الندى موجبة (+٨٥٦, ٠)، في حين أن العلاقة مع الضغط الجوي علاقة سالبة تبلغ (-٧٣٠, ٠).

٢- الرطوبة النسبية: Humidity

يبلغ المعدل السنوي العام للرطوبة النسبية في قطر (١, ٦١٪)، إلا أنها تتفاوت من موقع رصد إلى آخر تفاوتها من شهر إلى آخر، والجدول التالي يوضح هذا:

جدول رقم (٤-٢٤)

متوسط الرطوبة النسبية في مختلف المواقع (٪)

الموقع / الشهر	الدوحة	م الحكومة روضة الفرس	العطورية	أبو سمرة	مسيعيد	العريش	المعدل الشهري
يناير	٧١	٧١,٤	٧٠,٦	٧١,٥	٦٥	٧٣	٧٠,٤
فبراير	٧٠	٦٨,٤	٦٧,٦	٧٠,١	٦٦,٥	٧١	٦٨,٩
مارس	٦٣	٦٣	٦٠,٥	٦٣,٨	٥٩,٥	٧١	٦٣,٥
إبريل	٥٣	٥٢,٩	٥٠,٨	٥٨,٢	٥٤	٦٥	٥٥,٧
مايو	٤٤	٤٥,٦	٤٤,٧	٥٥,١	٤٦,٥	٦٢	٤٩,٧
يونيو	٤٢	٤٣,٧	٤٣,٢	٥٢,٩	٤٣,٥	٦٤	٤٨,٢
يوليو	٤٩	٤٨,٣	٤٨,٥	٥٨,٨	٥٢	٦٦	٥٣,٨
اغسطس	٥٥	٥١	٥٢,٩	٦٢,٩	٥٥,٥	٦٨	٥٧,٦
سبتمبر	٦٢	٦٠,٣	٥٧,٤	٦٣,٥	٦٠,٥	٧١	٦٢,٥
أكتوبر	٦٣	٦٢	٦٠,٣	٦٥,٥	٦١,٥	٧١	٦٣,٩
نوفمبر	٦٦	٦٧,٧	٦٦,٤	٦٨,٦	٦٥,٥	٧١	٦٧,٥
ديسمبر	٧١	٧٢,٢	٧٣,٢	٧٠,٧	٦٩	٦٤	٧٠,٠
م. السنوي	٥٩,١	٥٩,٢	٥٨,٠	٦٣,٤	٥٨,٥	٦٩	٦١,١
يتبع توزيع الرطوبة حسب الفصول							
الشتاء	٧٠,٧	٧٠,٧	٧٠,٥	٧٠,٨	٦٦,٨	٦٩,٣	٦٩,٨
الربيع	٥٨,	٥٨,٠	٥٥,٧	٦١,٠	٥٦,٨	٦٨,	٥٩,٦
الصيف	٥٠,٤	٤٩,٨	٤٩,٣	٥٨,٦	٥١,٦	٦٦,٢	٥٤,٣
الخريف	٦٤,٥	٦٤,٩	٦٣,٤	٦٧,١	٦٣,٥	٧١,٠	٦٥,٧

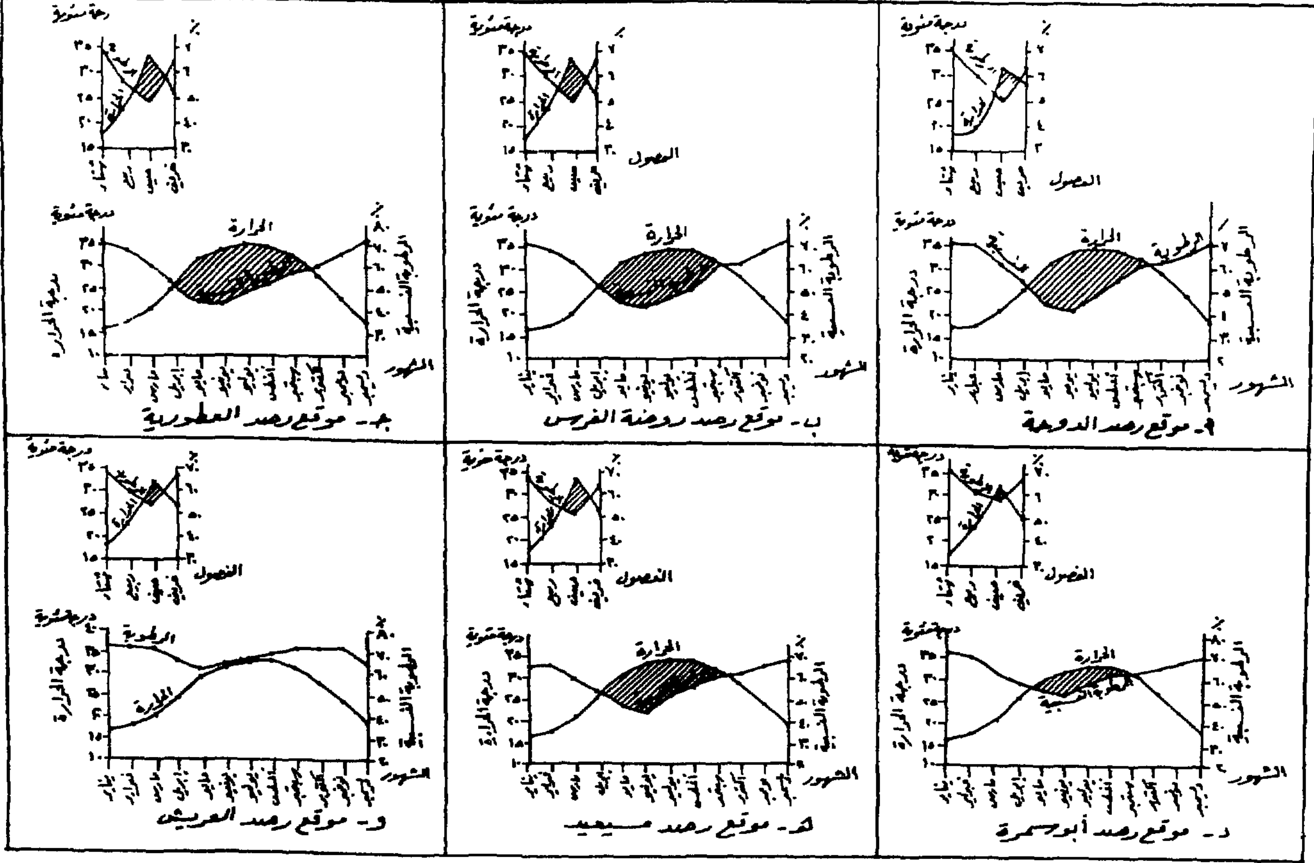
ومن (الجدول رقم ٤-٢٤) يتضح أن المعدل السنوي للرطوبة النسبية بلغ في الدوحة (١, ٥٩٪) مقابل (٥٨٪) في العطورية و (٤, ٦٣٪) في أبوسمرة و(٦٩٪) في موقع رصد العريش، وتعكس هذه النسب أثر الخليج العربي كمسطح مائي في

ارتفاع نسبة الرطوبة في المناطق الساحلية، إذ نلمس هذا الأثر في ارتفاع الرطوبة النسبية في كل من العريش الواقعة على الساحل الشمالي الغربي، وأبو سمرة الواقعة عند رأس خليج سلوى في الطرف الجنوبي الغربي لقطر، والدوحة الواقعة في منتصف الساحل الشرقي، ويبدو أن معدل الرطوبة النسبية يتناقص بنسبة تتراوح بين (٢,١٪ و ٤,٥٪) في الداخل عنه على الساحل، وربما تصل إلى (١١٪)؛ لأن المناطق الداخلية تصلها الرياح جافة نسبيا.

ويلاحظ أن الرطوبة النسبية على الساحل الغربي أكثر ارتفاعا منها على الساحل الشرقي، بسبب مواجهة هذا الساحل للرياح الشمالية الغربية السائدة التي تتميز بحالة من التشبع ببخار الماء أثناء رحلتها عبر مياه الخليج، ويتمثل هذا الوضع في دول الخليج العربي نحو الجنوب، فتتراوح بين (٤١٪) في الكويت، و (٥٤٪) في الظهران، و (٦٤٪) في أبو ظبي، و (٦٩٪) في الشارقة (**الكليب ص٦١**).

يبدو أن العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية علاقة سالبة، بمعنى أن المنحنى البياني الصاعد لدرجة الحرارة يقابله بالمثل منحنى بياني هابط للرطوبة النسبية (**شكل رقم ٤-٢٩ أ-و**)، حيث تشترك جميع مواقع الرصد في ظاهرة واحدة وهي ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية في الفترة ما بين أبريل وسبتمبر، مع بعض التجاوزات البسيطة من حيث حدوث هذه الظاهرة في فترة مبكرة أو متأخرة شيئا ما، وإذا عدنا إلى (**الشكل رقم ٤-٢٧**) سنلاحظ ظاهرة هامة في العلاقة بين الرطوبة النسبية ومتوسط ضغط بخار الماء (موقع رصد الدوحة)، وتتمثل هذه الظاهرة في أن الفترة التي تصل فيها الرطوبة النسبية إلى أدنى قيمة لها في شهر يونيو يبدأ متوسط ضغط بخار الماء في الارنفاع بشكل مفاجئ حتى قمته التي تحدث في شهر سبتمبر، وربما يعزى ذلك إلى أن هواء المنطقة الذي يتميز بحرارته وجفافه الظاهري يحمل معه كميات كبيرة من الهواء المنضغط رغم أن رطوبته النسبية تكون منخفضة (Blair, T.A., 1960, P. 51).

وفي تقييمنا للعلاقة بين درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية لمختلف مواقع الرصد المعتمدة، يتبين أنها تزداد قوة في المناطق الداخلية من قطر وهي (روضة الفرس، العطورية)، حيث بلغت (-٠,٨٦٠، -٠,٨٥١) على التوالي، ثم



شكل رقم (٤-٢٩)
العلاقة بين الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء في مواقع رصد مختارة موزعة حسب شهور وفصول السنة

تتناقص هذه القيم بالاتجاه نحو الساحل، فتبلغ على الساحل الشرقي حوالي (-٠,٨٠١) في الدوحة، (-٠,٧٤٤) في مسيعيد، بينما تصل على الساحل الغربي (-٠,٧٧٣) في أبوسمرة، وأدنى قيمة لها تتمثل في موقع رصد العريش، حيث لم تتجاوز (-٠,٤٠١)، وتفسير ذلك يكمن في أن المناطق الداخلية أكثر احتمالا في التغيرات التي تحدث لدرجة حرارة الهواء (ارتفاع وانخفاض) من المناطق الساحلية وبالتالي تزداد أوتقل مقدرته على حمل كميات أكبر من بخار الماء، فتنخفض أو ترتفع نتيجة لذلك الرطوبة النسبية، ومن هنا يحدث توازن أو حتى شبه توازن بين ارتفاع وانخفاض درجة حرارة الهواء، ومقدرته من عدمها على حمل بخار الماء، وبين انخفاض أو ارتفاع الرطوبة النسبية، أما في المناطق الساحلية فإن درجة حرارة الهواء أقل تغيرا وتقلبا، الأمر الذي يؤدي إلى عدم التفاوت في مقدار بخار الماء الذي يستطيع الهواء حمله وبالتالي يحدث نوع من الاتساق أو عدم التذبذب في الرطوبة النسبية ارتفاعا وانخفاضا لدرجة أن العلاقة بينهما تصبح ضعيفة جدا كما هو الحال في موقع رصد العريش (**شكل رقم ٤-٢٩و**).

الرطوبة النسبية في فصل الشتاء:

يتراوح متوسط الرطوبة النسبية في فصل الشتاء بين (٦٦,٨٪) في مسيعيد، وبين (٦٩,٣٪-٧٠,٨٪) في مواقع الرصد الأخرى (**جدول رقم ٤-٢٤**)، هذا التفاوت (**شكل رقم ٤-٢٩ أ - و**) يظهر جليا بمقارنة أشهر الشتاء مع بعضها البعض، فقد يزيد المتوسط على (٧٣٪) كما هو الحال في ديسمبر بالنسبة لموقع رصد العطورية، وفي يناير في سوقع رصد العريش، وقد ينخفض إلى (٦٤٪) في ديسمبر في روضة الفرس، وإلى (٦٥٪) في يناير في مسيعيد.

أما متوسط الرطوبة النسبية في فبراير، فإنه يتراوح بين (٦٦,٥٪ و٧١٪)، ويعزى هذا التفاوت إلى تعرض قطر أحيانا إلى الهواء المداري البحري الذي قد يكون مشبعا لدرجة تؤدى إلى ارتفاع الرطوبة النسبية، وفي أحيان أخرى إلى الرياح الشمالية الغربية الجافة التي تعمل على انخفاضها.

الرطوبة النسبية في فصل الربيع:

يشهد فصل الربيع انخفاضا ملحوظا وربما سريعا في قيم الرطوبة النسبية في غالبية مواقع الرصد عما لمسناه في فصل الشتاء، إذ تهبط في موقع رصد العطورية من (٧٠,٥٪) إلى (٥٥,٧٪) أي بمدى يبلغ (١٤,٨٪)، وفي موقع رصد العريش من (٦٩,٣٪) إلى (٦٨٪) أي بفارق (١,٣٪)، ويلاحظ أن متوسط الرطوبة يتناقص من الساحل الغربي باتجاه الوسط فالساحل الشرقي، نظرا لتعرض الأخير للرياح الحارة والجافة والتي تعمل على انخفاض متوسط الرطوبة النسبية، هذا التفاوت يعتبر انعكاسا لما يطرأ على قِيَمِه من تغير في شهري مارس وإبريل، ففي شهر مارس تنخفض الرطوبة النسبية إلى (٥٩,٥٪) في مسيعيد، ولكنها تحتفظ بقيمها في موقع رصد العريش، في حين تتراوح ما بين (٦٠,٥٪ - ٦٣,٨٪) في مواقع الرصد الأخرى، وفي شهر أبريل يواصل متوسط الرطوبة النسبية انخفاضه بحيث لايقل عن (٥٠٪) في جميع مواقع الرصد، وقد يصل إلى (٦٥٪) في موقع رصد العريش.

الرطوبة النسبية في فصل الصيف:

لعل انخفاض متوسطات الرطوبة النسبية في فصل الصيف تعكس خصائص الكتل الهوائية التي تتميز بشدة الجفاف، وخاصة المدارية الموسمية منها من ناحية، والتغير الذي يطرأ على درجات الحرارة ارتفاعا من ناحية ثانية، إذ ينخفض متوسط الرطوبة النسبية إلى أدنى قيم له في شهر يونيو بحيث يتدرج في الارتفاع من (٤٢٪) في موقع رصد الدوحة على الساحل الشرقي إلى (٤٣٪) في الوسط (روضة الفرس والعطورية)، إلى (٥٣٪) في الجنوب الغربي (أبوسمرة) على الساحل الغربي، باستثناء موقع رصد العريش الواقع في الطرف الشمالي الغربي لقطر، فإنه يشهد أدنى انخفاض لقيمه في شهر مايو، بحيث سجل متوسطا مقداره (٦٢٪).

ونلاحظ من هذا السياق أن الرطوبة النسبية تتناقص على الساحل الشرقي بالاتجاه نحو الشمال، وتبدو قيمها في حالة من التماثل في وسط البلاد، إذ تتزايد على الساحل الغربي - بعكس الحال على الساحل الشرقي - من الجنوب (أبوسمرة) باتجاه الشمال (العريش)، وتعليل ذلك يكمن في أن مواقع الرصد الجنوبية على الساحل الشرقي تستقبل الرياح الجنوبية الشرقية (الكوس) قبل مواقع الرصد الواقعة



إلى الشمال منها، أما على الساحل الغربي، فإن موقع رصد أبو سمرة الواقع عند الطرف الجنوبي الغربي لقطر، وعند رأس خليج سلوى، يتأثر بضيق المسطح المائي، وبالرياح الجافة في حين ينفتح موقع رصد العريش على مسطح الخليج العربي الأكثر اتساعا رغم تعرضه للتيار الهوائي الشمالي الغربي الجاف.

وتذكيرا فإن متوسط الرطوبة النسبية يأخذ في الارتفاع التدريجي خلال فترة الصيف المتبقية، فيتراوح بين (٤٩٪-٦٢٪) في الدوحة، و(٤٨٪-٦٠٪) في روضة الفرس، و (٤٨٪-٥٧٪) في العطورية، و(٥٩٪-٦٤٪) في أبوسمرة، و (٥٢٪-٦١٪) في مسيعيد، و (٦٤٪-٧١٪) في العريش. هذا التفاوت في قيم الرطوبة النسبية يعكس أثر سيطرة الهواء الجنوبي الرطب والذي يتميز الطقس خلاله بكونه مرهقا، لارتفاع درجات الحرارة من جانب وخاصة على الساحل الشرقي، كما أنها تبدي ارتفاعا واضحا على الساحل الغربي (أبوسمرة والعريش) مقارنة بقيم الرطوبة النسبية في فصل الربيع من جانب آخر، ويعزى ذلك إلى سيطرة الرياح الشمالية الغربية والغربية الرطبة.

الرطوبة النسبية في فصل الخريف:

تعتبر قيم الرطوبة النسبية في هذا الفصل استمرارا لما درجت عليه في فصل الصيف مع بعض الفروقات البسيطة، إذ تتراوح في شهري أكتوبر ونوفمبر ما بين (٦٠٪ و ٦٩٪) في جميع مواقع الرصد باستثناء العريش التي سجلت (٧١٪)، إلا أن التباين في قيم الرطوبة النسبية قد يظهر بوضوح إذا تمت المقارنة بين الساحل الشرقي والوسط الساحلي الغربي، والجدول التالي يشير إلى هذه الخصائص:

جدول رقم (٤-٢٥)

التفاوت بين متوسطات الرطوبة النسبية (أكتوبر، نوفمبر)

البيان / الموقع	الساحل الشرقي		الوسط		الساحل الغربي	
	اكتوبر	نوفمبر	اكتوبر	نوفمبر	اكتوبر	نوفمبر
الدوحة	٦٢	٦٣	-	-	-	-
مسيعيد	٦٢	٦٦	-	-	-	-
روضة الفرس	-	-	٦٢	٦٨	-	-
العطورية	-	-	٦	٦٦	-	-
أبو سمرة	-	-	-	-	٦٦	٦٩
العريش	-	-	-	-	٦٨	٧١



يبيِّن (**الجدول رقم ٤-٢٥**) أن الاختلافات في متوسط الرطوبة النسبية بين الساحل الشرقي والوسط في شهر أكتوبر لا تذكر، في حين تزيد القيم على الساحل الغربي مقارنة مع قيم الوسط بفارق يبلغ بين (٦٪-٨٪)، أما في شهر نوفمبر فإن التباين في متوسط الرطوبة بين المناطق الثلاث يزداد وضوحا، وخاصة بين الساحلين الشرقي والغربي، إذ يحوم الفرق بينهما حول نفس الفروقات السابقة (بين الساحل الشرقي والوسط)، بينما يضيق هذا الفرق بين الوسط والساحل الغربي ليبلغ (٣٪-٥٪) فقط.

بالرجوع إلى (**الجدول رقم ٤-٢٤**) نلاحظ أن متوسطات الرطوبة النسبية التي سجلتها مواقع الرصد على الساحل الشرقي لا تبدي اختلافات في شهر أكتوبر وإنما يزداد متوسط الرطوبة بالاتجاه نحو الجنوب (مسيعيد)، أما في الوسط والغرب فإن نسبة الرطوبة ترتفع بالاتجاه نحو الشمال في كلا الشهرين (أكتوبر ونوفمبر) بفارق يبلغ (٢٪).

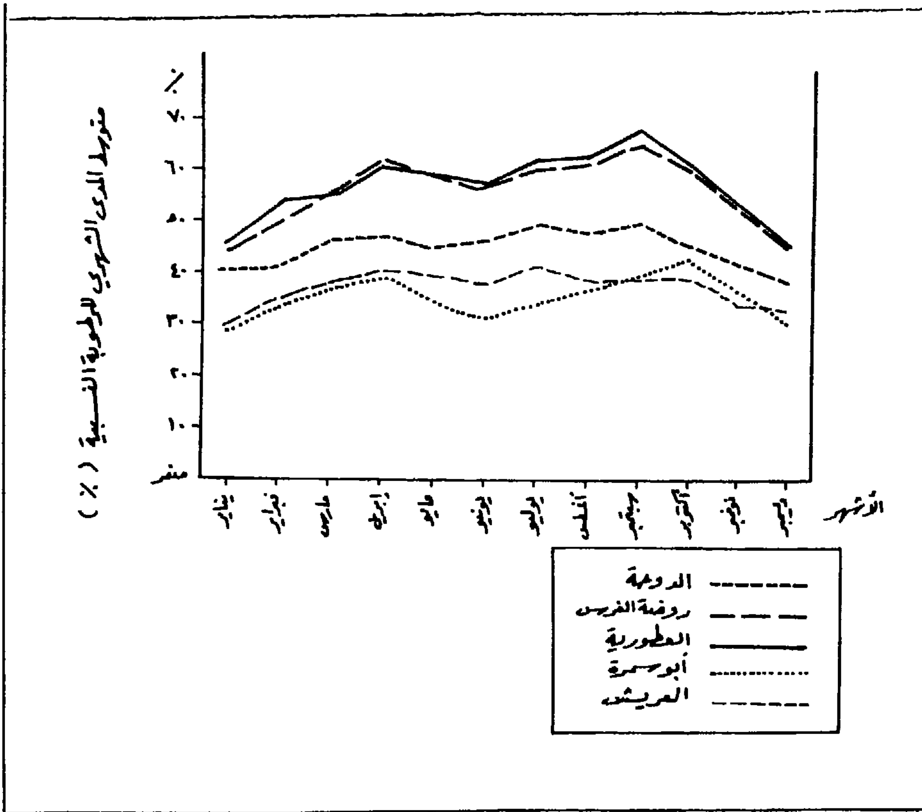
(جـ) متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية:

فضلنا إفراد دراسة خاصة لمتوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية، للوقوف على مدى التفاوت بين مختلف مواقع الرصد من ناحية، وبين أشهر السنة ضمن مواقع الرصد من ناحية ثانية، ولتوضيح ذلك نستعرض (**الشكل رقم ٤-٣٠**):

١- تكشف المضلعات البيانية عن وجود **قمتين** واضحتين لمتوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية، تتمثل **القمة الأولى** في شهر أبريل، وينسحب هذا على مواقع رصد روضة الفرس والعطورية وأبوسمرة، أما **القمة الثانية** فيمثلها شهران: شهر سبتمبر بالنسبة لموقعي رصد روضة الفرس والعطورية، وشهر أكتوبر بالنسبة لموقع رصد أبو سمرة، ويلاحظ أن القمتين تحصران بينهما مقعرا يشير إلى انخفاض ملحوظ في متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية في شهر يونيو.

٢- يلاحظ أن المضلع البياني لمتوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية لمدينة الدوحة ينساب بشكل يخفي معه كثيرا من ملامح التباين، اللهم إلا من بعض القمم البسيطة التي قد تظهر لمتوسط المدى في إبريل ويوليو وسبتمبر.





شكل رقم (٤-٣٠)
مقارنة التغير في متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية في مواقع رصد مختارة موزعة حسب شهور السنة

٣- يوحي التذبذب الواضح في شكل المضلع البياني لموقع رصد العريش بمدى الابتعاد عن الانتظام والتناسق والتدرج، بعكس ما يظهره المضلع البياني لكل من روضة الفرس والعطورية، ولعل هذه الخصائص تعكس ضعف العلاقة التي أشرنا إليها سابقا بين درجة الحرارة ومتوسط الرطوبة النسبية أو ربما لعدم تحرِّي الدقة في تسجيل البيانات.

٤- تشير المضلعات البيانية - بغض النظر عن مدى التفاوت ومدته - إلى أربع دورات (الدورة تعني التغير بالزيادة أو النقصان)، دورتان تتزايد خلالهما متوسطات المدى الشهري للرطوبة النسبية، **الأولى**: تقع بين يناير وأبريل، **والثانية**: بين يونيو وسبتمبر، ودورتان تتناقص أثناءهما المتوسطات. تمتد

الأولى: من أبريل إلى يونيو، **والثانية**: من سبتمبر إلى ديسمبر، وترتبط هذه الدورات بحركة الكتل الهوائية، فالدورتان اللتان تتزايد خلالهما متوسطات المدى الشهري للرطوبة ذات علاقة بالكتل الهوائية المدارية البحرية، في حين تتأثر الدورتان الأخرتان بالكتل الهوائية المدارية القارية والموسمية.

٥- من الملاحظات التي تكشف عنها المضلعات البيانية، أن متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية يتناقص على طول السواحل القطرية، في حين أنه يتزايد بشكل واضح في وسط البلاد (روضة الفرس والعطورية)، ليس هذا فحسب، بل إن التناقص يظهر بين السواحل الشرقية والغربية، وحتى على طول الساحل الواحد، فمتوسط المدى الشهري في موقع رصد الدوحة (على الساحل الشرقي) يمثل حلقة وصل بين القيم المرتفعة في الوسط (روضة الفرس والعطورية)، وتلك التي سجلت انخفاضا على الساحل الغربي (أبوسمرة والعريش)، كما أن الشكل البياني يكشف عن التفاوت في متوسط المدى بين الموقعين الأخيرين، فرغم تطابق أجزاء المضلع الممثلة للفترة من يناير إلى إبريل نسبيا، إلا أن الاختلاف تتسع شقته في فترتين، **الفترة الأولى** من إبريل إلى سبتمبر حيث ترتفع خلالها القيم الممثلة لموقع رصد العريش؛ لأنه أكثر انفتاحا على مياه الخليج العربي، وتعرضا للرياح الشمالية الغربية والغربية، وفي **الفترة الثانية** بين سبتمبر ومنتصف ديسمبر يحدث العكس، إذ ترتفع متوسطات المدى في موقع رصد أبو سمرة، حيث يتأثر بدرجة أكبر بالرياح الجنوبية الشرقية التي قد يكون الهواء فيها كامل التشبع.

٦- لا يقتصر التناقض بين متوسطات المدى على مواقع الرصد الساحلية، بل يشمل الداخل القطري (روضة الفرس، العطورية)، حيث تتزايد قيم متوسطات المدى الشهري للرطوبة النسبية بالاتجاه جنوبا على مدار السنة فيما عدا الفترة الربيعية الممتدة من مارس إلى نهاية إبريل، لتعرض مواقع الرصد الجنوبية لرياح السهيلي الجنوبية الحارة والجافة، أما مواقع الرصد الشمالية (روضة الفرس)، فتتأثر بهذه الرياح بدرجة أقل من ناحية، وقد تتعرض لأثر مياه الخليج العربي من الجهة الشمالية من ناحية ثانية.

٦- دراسة لبعض مظاهر التكاثف:

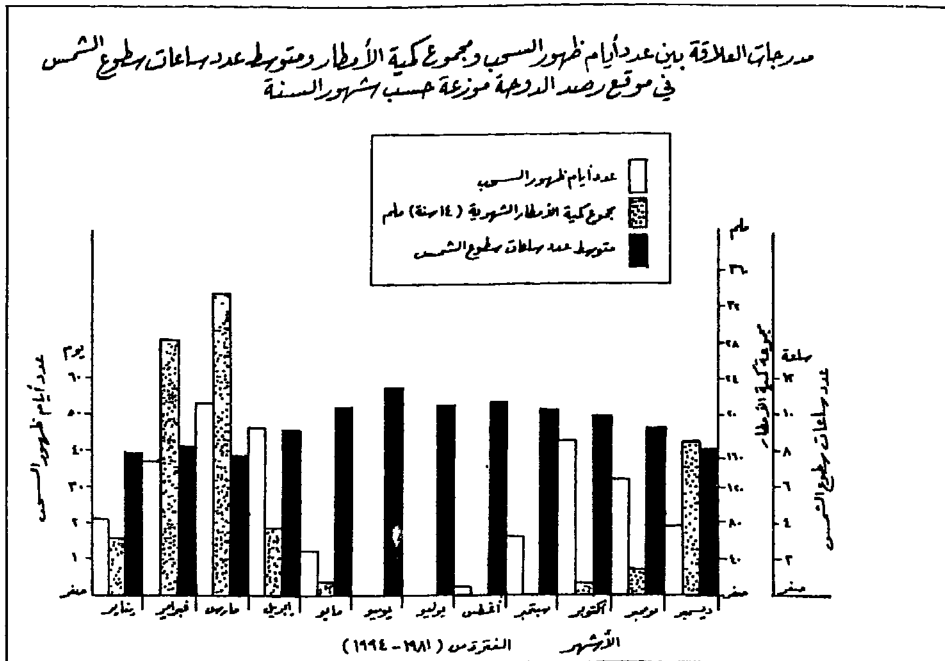
التكاثف Consendation هو تحول بخار الماء الموجود في الجو من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة، وتتوقف مظاهرالتكاثف على مجموعة عوامل تتصدرها نسبة الرطوبة الجوية وكمياتها، والانخفاض الذي يطرأ على درجات حرارة الهواء، ومدى توافر المجهريات الغبارية التي تتجمع حولها مظاهر التكاثف، والمستوى الذي يحدث فيه مثل هذا التكاثف، (**عبد العزيز طريح شرف، ص١٩١**)، وتتمثل مظاهر التكاثف التي تحدث في شبه جزيرة قطر في مجموعتين: مجموعة تحدث قريبة من السطح، وتمثلها **ظاهرة الضباب**، وأخرى تتشكل في طبقات الجو العليا وهي: **السحب والأمطار**:

(أ) **الضباب**: تمت دراسته ضمن مجال الزوابع الترابية ومدى الرؤية ص٣٢٠.

(ب) **السحب**: لم تتوافر بيانات عن السحب إلا في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٨١-١٩٩٤) هذه البيانات جاءت ضمن نشرة تشير إلى عدد الأيام التي تظهر فيها سحب المزن الركامي Cumulonimbus (CB)، ولهذا سنعالجها من حيث مجموع عدد الأيام، وتوزيعها الشهري والسنوي، والتفاوت الفصلي، فسحب المزن الركامي من السحب الممطرة التي غالبا ما يصحبها حدوث عواصف رعدية ويطلق عليها «المُعْصِرَات»، وتعني السحب تعتصر بالمطر (المنجد ص٥٠٩)، وقد تلقَّت شبه جزيرة قطر كمية من السحب بلغ مجموع أيامها خلال الفترة (٢٨٢) يوما، بمعدل سنوي (٢,١) يوما، ولكن المتوسطات الشهريةوالفصلية تتفاوت فيما بينها.

التفاوت الفصلي في كمية السحب:

فصل **الشتاء** من أكثر الفصول سحبا، ولكن ما دمنا نتحدث عن سحب المزن الركامي فإنه يأتي في المرتبة الثانية من حيث مجموع عدد أيام حدوث مثل هذه السحب في قطر، فكان نصيبه (٢٧,٣٪) من المجموع الكلي، انفرد شهر فبراير بحوالي (٤٨,١٪) من مجموع عدد أيام حدوث السحب في فصل الشتاء، ومن الملاحظ أن عدد الأيام في هذا الفصل تتزايد من شهر ديسمبر حتى تبلغ الذروة في فبراير، حيث يتراوح متوسطها بين (١,٤ ، ١,٥ ، ٢,٦) يوما/السنة على التوالي (**الشكل رقم ٤-٣١**).



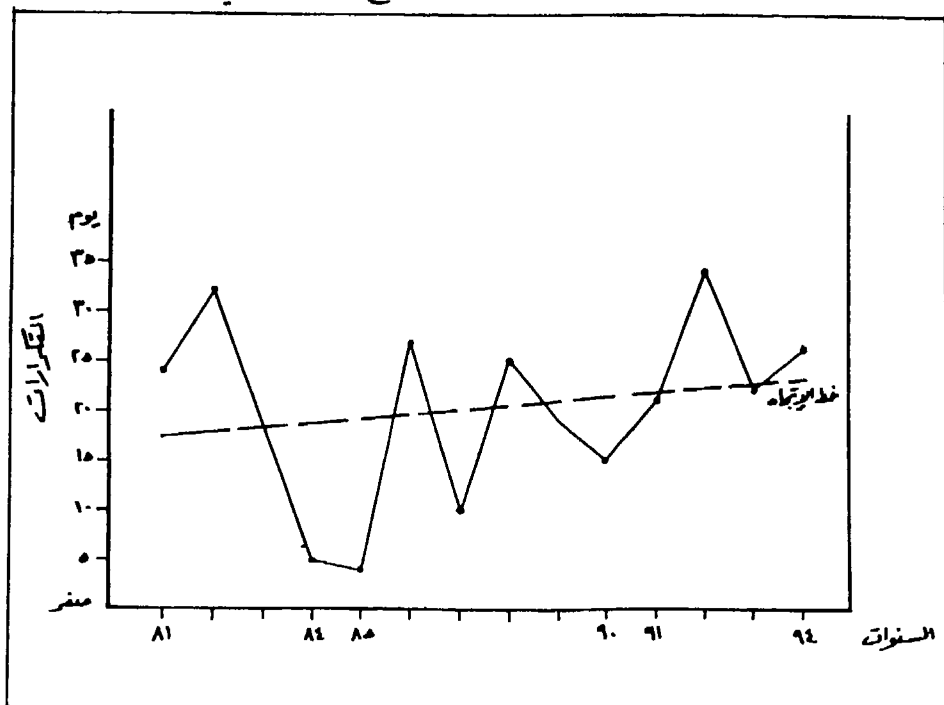
شكل رقم (٤-٣١)

أما فصل الربيع ممثلا بشهري مارس وإبريل فيحظى بالنصيب الأكبر من تكرارات حدوث السحب بلغت (٣٥,١٪) من المجموع الكلي، خص شهر مارس منها (٥٣,٥٪) من مجموع عدد أيام فصل الربيع، لذلك يتراوح المتوسط بين (٣,٨ و ٣,٣) يوما على التوالي، وما دامت كثافة السحب من هذا النوع تصحبها العواصف الرعدية التي تحدث أثناء مرور المنخفضات الجوية العنيفة، فإن هذه العواصف تصل ذروة تكراراتها في فصل الربيع.

وفي فصل الصيف الذي يمتد من مايو حتى سبتمبر، فإن شهر يونيو هو الشهر الوحيد الذي يخلو من هذا النوع من السحب على مدار السنة، كما أن سحب المزن الركامي في فصل الصيف لا تشكل سوى (١١٪) فقط من المجموع الكلي لتكرارات السحب، ولشهر سبتمبر الحظ الأوفر منها بنسبة (٥٠٪) من مجموع عدد أيام حدوث السحب في هذا الفصل، ولذلك يتراوح المتوسط الشهري بين (٠,١ و ١,١) يوما، ولعل هذه السحب ترتبط بعودة نشاط المنخفض الهندي الموسمي في أوائل سبتمبر والذي تصحبه الرياح الشمالية الغربية القوية.

تأخذ المنخفضات الجوية في فصل الخريف (أكتوبر ونوفمبر) طريقها نحو منطقة الخليج بما فيها قطر، لذا تتزايد كميات السحب وخاصة المزن الركامي ابتداءً من شهر أكتوبر، ولكنها تعود فتنخفض نسبة تكراراتها في شهر نوفمبر وحتى في ديسمبر، وقد تتعادل تكرارات السحب في فصل الخريف مع نظيراتها الشتويات، حيث تبلغ نسبتها (٢٦,٦٪)، ولكن المتوسطات الشهرية في الخريف قد تفوقها، فهي في أكتوبر (٣,١) يوما وفي نوفمبر (٢,٣) يوما.

لعل التوزيع السنوي لعدد أيام حدوث السحب يتفاوت من سنة إلى أخرى شأنه في ذلك شأن التفاوت الفصلي، فكان عام ١٩٨٥ أقل السنوات تكرارا للسحب، حيث بلغت نسبتها (١,٤٪)، في حين كان نصيب عام ١٩٩٢ في حدود (١٢,١٪) من المجموع الكلي لتكرارات السحب، ولقياس التغيرات أو مركبات القوى التي تؤثر في خط اتجاه السحب، عمدنا إلى التمثيل البياني لعدد أيام هذه السحب في سلسلة زمنية (**شكل رقم ٤-٣٢**)، وتم اختيار متوسط متحرك مقداره خمس سنوات، فحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول:



شكل رقم (٤-٣٢)
خط الاتجاه العام لتكرارات حدوث السحب في الدوحة للفترة (١٩٨١-١٩٩٤)

جدول رقم (٤-٢٦)

الخصائص الأساسية لتكرارات السحب في الدوحة

المعدل السنوي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التغير	درجة التغير
٢٠,١٤	٨,٧٩	٢,٣٥	٤٣,٦٥	+ ٠,٤٧٩

يتبين من (الجدول السابق رقم ٤-٢٦) أن معامل التغير السنوي عظيم جدا، ويشير إلى مدى ما تتأثر به تكرارات سحب المزن الركامي من تفاوت وتباين من سنة إلى أخرى، ويؤكد على أن المنخفضات الجوية المصحوبة بالعواصف الرعدية والتي تتشكل على إثرها سحائب المزن الركامي ليست نادرة الحدوث في قطر ومنطقة الخليج العربي، ويظهر لنا أن الاتجاه العام لعدد أيام حدوث سحب المزن الركامي خلال العقد والنصف الأخير يميل نحو التزايد بدليل درجة التغير الموجبة التي تبلغ قيمتها (+٤٧٩, ٠)، ويعني هذا أن هناك اتجاها عاما صاعدا Upward Secular Trend.

ولدعم هذا الاتجاه والتأكيد عليه تم حساب الاتجاهات العامة الشهرية والفصليه، ومن (الجدول الملحق رقم ٤-٦) و(شكل رقم ٤-٣٢) يظهر أن تكرارات ظاهرة سحب المزن الركامي تتجه في مجملها نحو التزايد، خاصة في الشتاء الذي يبدي تزايدا ملحوظا بلغت قيمته (+٣٤٥, ٠)، والصيف (شهر مايو) بدرجة تغير بلغت قيمته (+١٦٠, ٠)، أما فصلي الربيع والخريف فيشهدان اتجاها عاما هابطا، ولكنه هبوط طفيف لدرجة أنه لم يؤثر على الاتجاه العام الذي يرتبط كما هو واضح بتزايد تكرارات السحب في أشهر الشتاء والصيف، ولهذا نلاحظ أن معاملات التغير تتفاوت بين الشتاء والصيف من ناحية، فتتراوح بين (٨٦,٦٩٪، ١٢١,٦٨٪)، وبين الربيع والخريف التي تتناقص نسبتاهما بتناقص درجتي التغير من ناحية ثانية، فبلغتا (٥٢,٤٧٪، ٨٤,٦٤٪).

(جـ) الأمطار:

الأمطار التي تعتبر المصدر الرئيسي في تغذية الخزانات الجوفية، شحيحة في شبه جزيرة قطر، وذلك لطبيعة موقعها عند هوامش النظام الموسمي في الجنوب، ونظام البحر المتوسط في الشمال.

الدراسات السابقة وخطوات البحث:

أجريت العديد من الدراسات لتقدير معدلات التغذية لخزانات المياه الجوفية منها: دراسة منظمة الأغذية والزراعة الدولية لمصادر المياه Water Resources (FAO, 1974)، ودراسة إكلستون وآخرون: (Eccleston, et al., 1981)، ودراسة حرحش وعبد الرحمن (المياه الجوفية في قطر، فبراير، ١٩٨٥)، إلا أن هذه الدراسات - رغم أهمية التوصيات والمقترحات التي تقدمت بها - اقتصرت على مناطق دون أخرى، وركزت على تقدير المياه الجوفية وكميات استهلاكها، أما الأمطار فإنها لم تحظ بما تستحقه، اللهم إلا من دراسة تمثلت في تطبيق النماذج البيانية بهدف الحصول على تقدير المتوسط السنوي المعياري للتساقط المطري في شبه جزيرة قطر (عزت قرني، ١٩٨٨).

ولهذا تركز الدراسة الحالية على معالجة الأمطار تفصيليا من حيث: التقلبات التي تتعرض لها وعلة ذلك، وعلاقاتها المكانية، واتجاهاتها العامة، وفصلية الأمطار من حيث: نسب التركز، اختبارات الفصلية، المحصلة السنوية، وخصائص الأمطار اليومية، والهدف من ذلك التعرف على خصائص الأمطار السنوية، وأثرها على مجمل الأمطار الساقطة على قطر، وإمكانية استغلالها، وكيفيته في ظل ظروف الجفاف السائدة، فضلا عن الوقوف على طبيعة العلاقة القائمة بين مواقع الرصد، وتحديد طبيعة الأمطار الساقطة على قطر، وملاحظة إذا كانت الأمطار تميل نحو التناقص أو الزيادة، وما يترتب على ذلك من أثر على المخزون الجوفي، يضاف إلى ذلك تحليل نمط التركز الفصلي للأمطار لتحديد موعد هذا التركز ومركز الثقل في توزيع الأمطار الشهرية، ويتم ذلك من خلال تجميع البيانات المتوافرة عن التساقط السنوي أو الشهري أو اليومي لفترة (٢١) عاما متصلة تقع بين المواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)، يمثلها (٢٦) موقعا للرصد والتسجيل يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٢٧)

مواقع الرصد المستخدمة في دراسة الأمطار

الموقع	عدد السوات	الموقع	عدد السوات	الموقع	عدد السنوات	الموقع	عدد السنوات
الرويس	٢١	دكا	١٩	تريبا	٢١	أم الشحوط	١٩
روضة الفرس	٢١	الجميلية	١٦	ابو سمرة	١٧	دخان	٢١
الصقيريات	١٩	مسيعيد	٢٠	سودانثيل	١٤	أم الأفاعي	١٩
النصرانية	٢١	الكرعانة	٢١	وادي الواسعة	١٩	أم الموائع	١٩
أم باب	٢١	الخرارة	٢١	مسيكة	٢١	السيلية	٢١
ميل ٣٢	٢٠	العامرية	٢١	العطورية	١٣	الوكير	١٩
				الماجدة	٢١	الدوحة	٢٣

هذه المواقع موزعة على مختلف أنحاء قطر (**خريطة رقم ٤-١**)، وكذلك من واقع النشرات (**إدارة البحوث، الأرصاد الزراعية ١٩٨٠-١٩٩٢**)، والتقارير المناخية (**إدارة الطيران المدني، تقارير مناخية ١٩٧١-١٩٩٤**)، وقد استخدم نوعان من السجلات المطرية، **الأمطار السنوية، والأمطار الشهرية**: فالأمطار السنوية استخدم لدراستها (٢٦) موقعا للرصد والتسجيل، روعي أن تبدأ جميعها بالموسم ٧١/ ٧٢ حتى ٩١/ ٩٢، وأن السنة المطرية تبدأ من شهر سبتمبر وتنتهي في مايو، أما الأمطار الشهرية فتمتد لفترة (٢١) عاما أي من ١٩٧٢-١٩٩٢ في جميع مواقع الرصد التي استخدمت في هذه الدراسة فيما عدا موقعي رصد الكرعانة والعامرية، فتتراوح فترتا تسجيلاتهما بين (٢٠، ١٩) عاما على التوالي.

معالجة البيانات:

تم تجميع البيانات الخاصة بالتساقط المطري وتبويبها، كما وردت في (**الجدولين الملحقين رقمي ٤-٧، ٤-٨**)، ويمثلهما مجموع الأمطار في كل موسم وسنة مطرية ابتداء من (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)، (١٩٧٢-١٩٩٢) أي على مدى (٢١) عاما، ومدونة في (٢٦) موقعا للرصد، وقد تبين أن هناك تفاوتا في عدد سنوات الرصد وذلك بين (١٣) سنة في موقع رصد العطورية، إلى (٢١) سنة في اثنتي عشر موقعا للرصد، كما تباينت مواقع الرصد عددا بين (١٤) إلى (٢٥) مرة للفترة (٧١/ ٧٢-٨٠/ ٨١)، إلى (٢٦) مرة للفترة بين (٨١/ ٨٢-٩١/ ٩٢)، لذا

يوجد الكثير من البيانات المفقودة وعددها (١٤) موقعا تم استكمالها (**الجدول الملحق رقم ٤-٩**) اعتمادا على قراءة خرائط توزيع الأمطار في تلك السنوات وإيجاد معاملات الارتباط بين مختلف المواقع، والاستعانة بأقربها وأكثرها ارتباطا بالموقع ذي البيانات المفقودة كمواقع أدلة حسب المعادلة المدونة في نهاية الجدول.

ومن واقع البيانات تم حساب المتوسط العام للأمطار في كل موقع رصد، ومن ثم استخراج قرينتي المتوسط العام وهما: الانحراف المعياري ومعامل التغير.

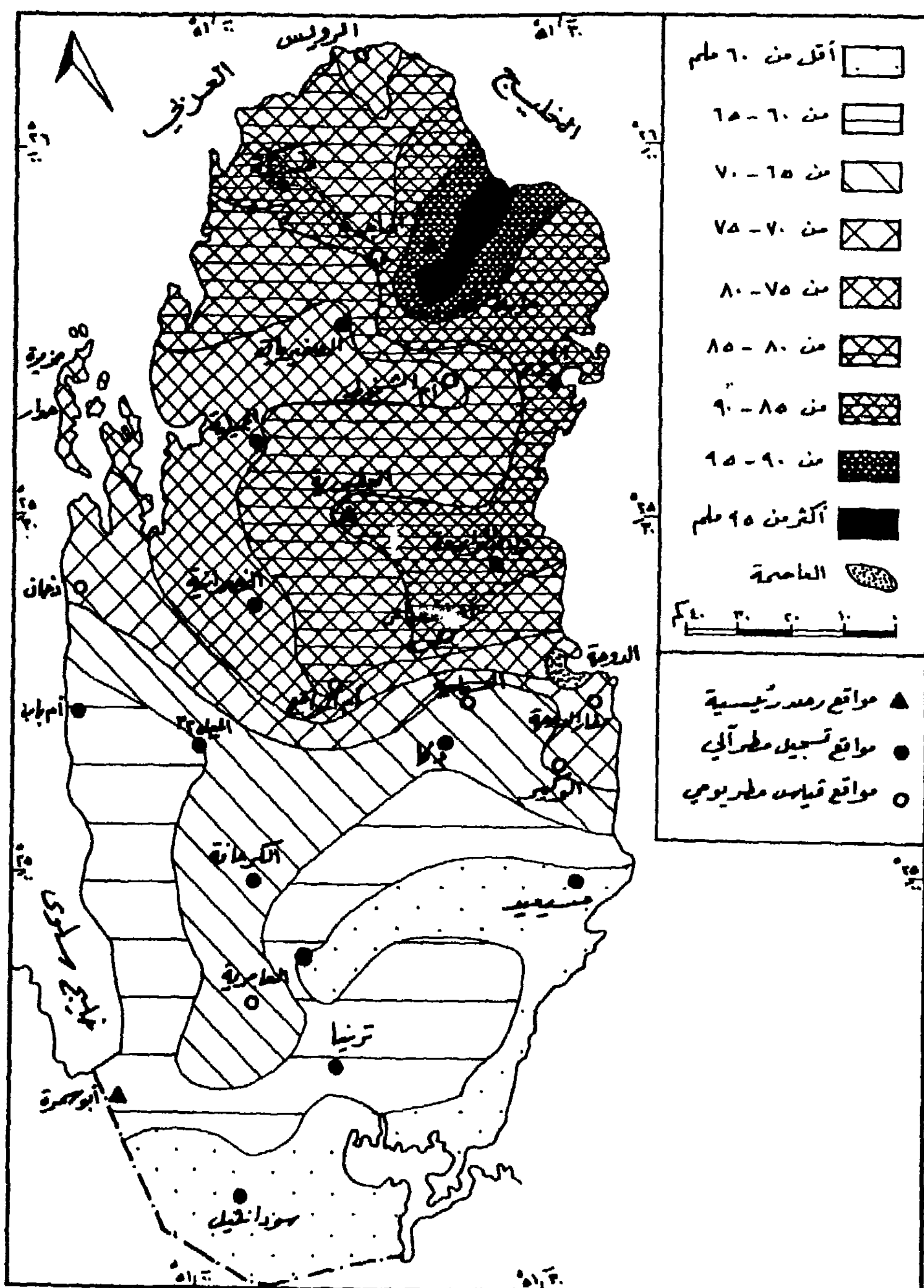
جدول رقم (٤-٢٨)

المتوسط العام للأمطار والانحراف المعياري ومعامل التغير

الموقع	متوسط الأمطار	الانحراف* المعياري	معامل** التغير	الموقع	متوسط الأمطار	الانحراف المعياري	معامل التغير
الرويس	٧٧,٦	٥٤,٠	٦٩,٦	أبو سمرة	٦١,٣	٥٣,٧	٨٧,٦
م. الحكومة	٩٦,٢	٥٨,٩	٦١,٣	سودانثيل	٥٧,٥	٥٢,٣	٩١,
الصفيريات	٧٩,	٤٥,٩	٥٨,١	وادي الواسعة	٨٧,٤	٦١,٨	٧٠,٧
النصرانية	٧٨,٣	٦٠,٩	٧٧,٧	مسيكة	٨٥,٩	٥٦,٤	٦٥,٧
أم باب	٦٠,٩	٥١,٥	٨٤,٦	العطورية	٨٦,٠	٥٦,٦	٦٥,٨
ميل ٣٢	٦٤,٩	٤٢,٣	٦٥,٢	الماجدة	٨٥,١	٥٤,٣	٦٣,٨
دكا	٩٥,٩	٣٨,٨	٥٨,٩	أم الشحوط	٧٨,٨	٤٦,٤	٥٨,٨
الجميلية	٧٩,٦	٥٩,١	٧٤,٢	دخان	٧١,٤	٥٦,٦	٧٩,٣
مسيعيد	٥٩,٥	٣٨,٨	٥٩,٥	أم الاقاعي	٨٦,٢	٥٥,١	٦٣,٩
الكرعانة	٦٧,٧	٤١,٩	٦١,٩	أم المواقع	٨٢,٣	٤٧,٢	٥٩,٧
الخرارة	٥٩,٢	٥١,٤	٨٦,٨	السيلية	٦٤,٨	٣٨,١	٥٨,٨
العامرية	٧٠,٠	٥٩,٣	٨٤,٧	الوكير	٧٠,٦	٤٠,٦	٥٧,٥
ترينا	٦١,٠	٥٤,٠	٨٨,٥	الدوحة	٧٢,٧	٤٢,٩	٥٩,٠

* الانحراف المعياري = خارج قسمة مربع ناتج طرح المتوسط العام من الأمطار السنوية على عدد السنوات.
** معامل التغير = خارج قسمة الانحراف المعياري على المتوسط العام مضروبا في ١٠٠٪.

يبدو أن معدلات الأمطار (**خريطةرقم ٤-٣٣**) تتزايد في الأجزاء الشمالية من قطر، بحيث يغطي خط تساوي المطر (٨٠) ملم فأكثر المنطقة المحصورة بين الرويس في أقصى الشمال والأطراف الشمالي لمدينة الدوحة، وبعمق موقع رصد أم المواقع، فيضمها مع الأطراف الشرقية لموقع رصد النصرانية والجميلية حتى الأجزاء الجنوبية لشبه جزيرة أم حيش على الساحل الشمالي الغربي، وتشغل هذه المنطقة مساحة قدرت نسبتها بحوالي (٣١٪) تقريبا، في حين تتناقص معدلات الأمطار السنوية على امتداد الساحل الجنوبي الشرقي والأجزاء الجنوبية من قطر،



شكل رقم (٤-٣٣)

خريطة خطوط المطر المتساوية (المتوسط العام ملم)

للمواسم ٧١/٧٢ - ٩١/٩٢

حيث تقل المعـدلات عن (٦٠) ملم، ويضم مواقع رصـد مسيـعيد وسـودانثيل، ويشـغل حوالي (١٦٪) تـقريبـا من مـساحـة قطر، وقـد تم - وفق خطوط المطر المتساوي - حساب المعدل المعياري للمطر يوضحه الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٢٩)

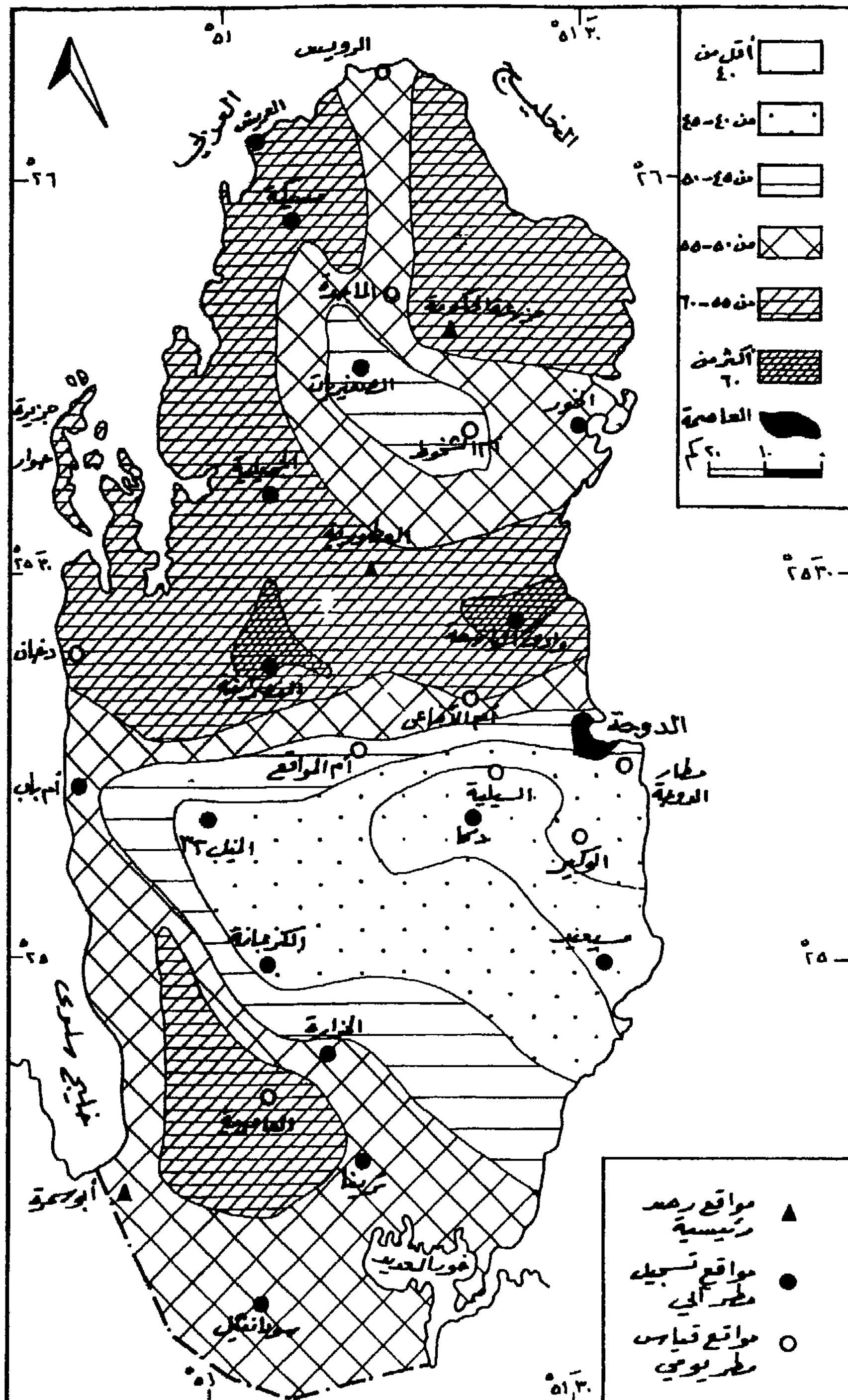
حساب معدل التساقط المطري المعياري بنظام خطوط المطر

أ خطوط المطر المتساوي	ب معدل المطر السنوي المقدر	جـ المساحة كم٢	د نسبة المساحة إلى المساحة الكلية	هـ معدل المطر المعياري
٩٥ -	٩٧,٥	١٤٥,٤٤	١,٢٤	١,٢١
٩٠ -	٩٢,٥	٣٤١,٦٥	٢,٩١	٢,٦٩
٨٥ -	٨٧,٥	١٤٣٠,٨٠	١٢,١٨	١٠,٦٦
٨٠ -	٨٢,٥	١٩٣٠,٤٦	١٦,٤٢	١٣,٥٥
٧٥ -	٧٧,٥	١٤٠٨,٠٠	١١,٩٨	٩,٢٩
٧٠ -	٧٢,٥	٨٨٦,٦٧	٧,٥٥	٥,٤٧
٦٥ -	٦٧,٥	١٩٨٨,٦٨	١٦,٩٢	١١,٤٢
٦٠ -	٦٢,٥	١٩٥٩,٥٠	١٦,٦٨	١٠,٤٣
٥٥ -	٥٧,٥	١٦٥٨,٨٠	١٤,١٢	٨,١٢
المجمـــــوع		١١٧٥٠	٪١٠٠	٧٢,٨٤

ملاحظة: هـ = (ب × د) ÷ ١٠٠

ويلاحظ أن التسـاقط المطري المعياري يتفق إلى حـد كبير مع المتـوسط العام للمطر (راجع الجـدول الملحق رقم ٤-٧) الذي يبلغ (٧٣,٣١) ملم، وربما ترجع الزيادة الطفيـفة التي بلغت (٠,٤٧) ملم إلى عـمليات التقريـب التي قد تتم أثناء إجراء العمليات الحسابية.

التقلبات والتذبذبات الشديدة مـن أهم خصائص الأمطار السنوية، وخاصة أن قطر تعتبر من المناطق شبه الجافة، لذا فإن الانحرافات المعيارية (خريطة رقم ٤-٣٤) للأمطار السنوية مرتفـعة بشكل يلفت النظر، وينسحب هذا على مـواقع الرصد ذات الأمطار العاليـة، كروضة الفرس والنصـرانية، والجمـيلية والعامرية ووادي الواسـعة ومسـيكة والعطورية وأم الأفـاعي، حيث يتـراوح الانحراف المعـياري فـيها مـا بين (٥٥-٦٢) تقريبـا، في حين يقل الانحراف المعياري في مـواقع الرصد ذات الأمطار



شكل رقم (٤-٣٤)

خريطة خطوط الانحرافات المعيارية المتساوية للأمطار السنوية
للمواسم ٧١/٧٢ - ٩١/٩٢

القليلة، خاصة في مثلث الدوحة - ميل ٣٢ - الخرارة، مع الساحل الجنوبي الشرقي إلى الجنوب من الدوحة حتى خور العديد، حيث يتراوح بين (٣٨-٥٠)، ويعطي الانحراف المعياري - رغم أهميته - قيما مطلقة لمدى التغير والتذبذب في الأمطار السنوية، ولا يصلح لتحليل أنماط التباين المكاني وعقد مقارنات بين مختلف مواقع الرصد، لارتباطه بمعدل الأمطار (Gregory, 1973, p. 24).

وقد تم الاستعانة بقرينة نسبية أخرى يمثلها معامل التغير Coeffecient of Variation، حيث تم حسابها لجميع مواقع الرصد المستخدمة في الدراسة (راجع الجدول رقم ٤-٢٨)، أو (الخريطة رقم ٤-٣٥)، ويظهر أن معامل التغير في الأمطار السنوية يقل عن (٦٠٪) في منطقتين، **الأولى**: تتركز في محيط «أم الشخوط - الصفيريات»، **والثانية**: تشغل مثلث «الدوحة - أم المواقع - مسيعيد»، ومن هاتين المنطقتين تتزايد نسب معامل التغير باتجاه الغرب والجنوب، فعلى الساحل الغربي يتراوح معامل التغير في محيط «دخان - أم باب» ما بين (٨٠٪-٨٥٪)، إلا أن هذا التزايد يبدو أكثر وضوحا بالاتجاه نحو الجنوب والجنوب الغربي من المثلث السابق، حيث يصل أقصاه إلى حوالي (٩٠٪) في منطقة سودانثيل، ويعزى ذلك إلى عامل العشوائية، وإلى تزايد أثر الأمطار التصاعدية الناتجة عن عملية تسخين الكتل الهوائية الرطبة التي تغزو المنطقة في فصل الربيع، وعلى العموم فإن معاملات التغير في الأمطار السنوية في قطر - مقارنة ببعض الدول الخليجية والعربية - مرتفعة نظرا لسيادة المناخ الجاف، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-٣٠)
معامل التغير في الأمطار السنوية في عدد من مواقع المقارنة

الموقع	معامل التغير[1]	الموقع	معامل التغير[2]
مسافي (دولة الإمارات)	٧٣	إربد (الأردن)	٢٨
مصفوت (دولة الإمارات)	٧٥	دمشق (سوريا)	٢٨
دقداقة (دولة الإمارات)	٨٠	حلب (سوريا)	٢٥
الفجيرة (دولة الإمارات)	٦١	عمان (الأردن)	٣٦
-	-	جنوب غرب الولايات المتحدة	٣٥-٤٠[3]

(١) محمد عبد الله ذياب، أودية كتلتي الجبال الوسطى والشميلية، ١٩٨٩، ص١٨٧

(٢) نعمان شحادة، الأمطار في دولة الإمارات، ص١٨.

(٣) Barry, 1979, "Precipetation" In: Water, Earth and Man, p. 121.

أقل من ٦٠
من ٦٠ - ٦٥
من ٦٥ - ٧٠
من ٧٠ - ٧٥
من ٧٥ - ٨٠
من ٨٠ - ٨٥
من ٨٥ - ٩٠
أكثر من ٩٠
العاصمة
٣٠ ٢٠ ١٠ كم

▲ مواقع رصد رئيسية
● مواقع تسجيل مطر آلي
○ مواقع قياس مطر يومي

الخليج العربي
الرويس
الدوحة
مطار الدوحة
جزيرة حوار
خليج سلوى
أبو سمرة
خور العديد

شكل رقم (٤ - ٣٥)

خريطة خطوط معاملات التغير المتساوية للأمطار السنوية
للمواسم ٧١/٧٢ - ٩١/٩٢

ومن (**الجدول رقم ٤-٣٠**) يتبين أن معـاملات التغير تزداد نسبـتها في المناطق التي تتعـرض للتقلبات والتـذبذبات المطرية بدرجة أكبـر، ويؤثر التذبذب في الأمطار السنوية في قطر على مجموع الأمطار المتساقطة في الفـترة (٨٤/ ٨٥) التي تعتبر أكثر الفتـرات جفافـا، حيث بلغ المجمـوع (٤١٨,٢) ملم بمعدل مـوسمي (١٦,١) ملم (قدرت الكمية بحوالي ١٨٩,٢ مليون م٣)، في حين تعـتبر الفترة (٨٧/ ٨٨) أكثرها مطرا، فـقـد بلغ مـجـمـوع الأمطار (٤٤٧٨,٨) ملم، بمعـدل (١٧٢,٣) ملم (أي ٢٠٢٤,١ مليون م٣).

يبدو أن توزيع مـجموع الأمطار يتـفاوت من منطقة إلى أخـرى، فمن واقع خريطة خطوط المطر المتـساوية (المجمـوع السنوي ملم) للموسم ٨٤/ ٨٥ (**خريطة رقم ٤-٣٦**) يتـبين أن كمـيـة الأمطار التي تزيد عن (٢٠) ملم تتـركز في الجـزء الشمـالي الغربي من قطر، ويمثلهـا موقع رصد مـسيكة، وفي المنطقة الواقـعة إلى الغـرب مبـاشـرة من الدوحـة، ويحصـرها المسـتطيل الذي تمثل رؤوسـه كل من «الكرعانة - الدوحـة - وادي الواسعة - النصـرانية»، فيـما تتناقص الأمطار وراء حدود هذا المسـتطيل باتجاه الجنوب الشـرقي والجنوب، إلا أن الجانب الغربي أكـثر حدة في تناقصـه، حيث تصل القيـم على طول السـاحل الغربي من دخـان إلى أم باب ما بين (٥-٧) ملم.

ومن قراءة خـريطة خطوط المطر المتسـاوية (المجموع السنوي مـلم) للموسم ٨٧/ ٨٨ (**خريطة رقم ٤-٣٧**)، ومقـارنتهـا مع الموسم ٨٤/ ٨٥، يتضح التـباين بينهـما، فنلاحظ مدى تقـارب خطوط المطر المتسـاوية حتى لتكاد أن تـتلامس مع بعضـها البعض، وخاصـة في منطقتين: المنطقة الـواقعة إلى الشمـال والغرب من مدينة الدوحة، ويمثلها موقعا رصد وادي الواسـعة والنصرانية، والمنطقة الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي، حيث يمثلها كل من موقعي رصد العامرية وأبوسمرة، وتزيد الأمطار فيهمـا على (٢٢٠) ملم، لتصل في المركز إلى (٢٦٠) ملم، ويلاحظ أن مجموع الأمطار السنوية يتناقص وفق هذه الخريطة - من هاتين المنطقتين - بالاتجاه نحو الشـمال والجنوب، ليـصل إلى أدنى حد له في منطقة أم بـاب على الساحل الغربي، بـحيث لا يزيد على (١٠٣) ملم، وإلى الشـمال من خط عـرض الخور

شكل رقم (٤-٣٦)

خريطة خطوط المطر المتساوي (المجموع السنوي ملم) للموسم ٨٤/٨٥

شكل رقم (٤-٣٧)

خريطة خطوط المطر المتساوي (المجموع السنوي ملم) للموسم ٨٧/ ٨٨

يأخذ مجموع الأمطار في التناقص، إذ يمثل خط مطر (٢٠٠) ملم الحد الجنوبي الشرقي، تبدأ الأمطار بالاتجاه منه نحو الشمال الغربي بالتناقص وخطوط المطر بالتباعد، ليسجل موقع رصد مسيكة أدنى قيمة له بلغت (١٤٥) ملم تقريبا.

ولترجيح هذا التناقض والتذبذب في الأمطار من موقع إلى آخر، ومن موسم إلى آخر، نستعرض خريطة خطوط المطر المتساوية (المجموع السنوي) للموسم ٩١/ ٩٢ (رقم ٤-٣٨)، فنلاحظ أن موسم ٨٤/ ٨٥ أقل مطرا من موسم ٩١/ ٩٢، إلا أن الموسم الأخير لا يضاهي الموسم ٨٧/ ٨٨ في كمياته وحتى في التوزيع المكاني لها، إذ تتركز الأمطار في الجزء الشمالي الغربي من قطر ممثلة بموقع رصد مسيكة، حيث بلغت كمية الأمطار فيها (١٢٣,٨) ملم، تتناقص من هذا الموقع بالاتجاه نحو الجنوب والجنوب الشرقي، حتى خط عرض مسيعيد، فنشاهد بؤرا من الأمطار القليلة تتمركز في مواقع ثلاث، موقعان تقل فيهما الأمطار عن (٥٠) ملم، ويمثلهما موقع رصد العطورية في الوسط وموقع رصد الدوحة، وموقع ثالث تقل فيه الأمطار عن (٤٠) ملم، ويمثله موقع رصد دكا الذي لم يستقبل في هذا الموسم سوى (٣٠,٦) ملم، وهي أدنى قيمة شهدتها قطر، ومنه تتزايد الأمطار نحو الجنوب الغربي، حيث سجل موقع رصد أبو سمرة (٧٩,٢)ملم، لذا يبدو أن الساحل الشرقي في هذا أقل مطرا من الساحل الغربي، ويظهر مدى التذبذب في كمية الأمطار من موسم إلى آخر وحتى في ذات الموسم من مكان إلى آخر، وذلك بسبب ارتباط الأمطار بالمنخفضات الجوية من جانب، وبتيارات الحمل من جانب آخر.

العلاقات المكانية للأمطار السنوية:

تشير طبيعة العلاقات الارتباطية بين الأمطار السنوية لجميع مواقع الرصد (٢٦) موقعا حسب المصفوفة (**الملحق رقم ٤-١٠**) إلى مجموعة الضوابط التالية:

١- تتأثر العلاقة بين كل موقعين للرصد بالمسافة التي تفصل بينهما، فكلما زادت المسافة بينهما ضعفت العلاقة، والعكس صحيح، فنلاحظ - مثلا - أن العلاقة بين الأمطار السنوية في موقع رصد الرويس (يقع أقصى شمال قطر) وموقع رصد أبوسمرة (يقع أقصى جنوب غرب قطر) تبلغ قيمتها



أقل من ٤٠ ملم
٤٠ – ٦٠
٦٠ – ٨٠
٨٠ – ١٠٠
١٠٠ – ١٢٠
أكثر من ١٢٠ ملم
العاصمة
٠ ١٠ ٢٠ ٣٠ كم

مواقع محطات رئيسية
مواقع تسجيل مطر آلي
مواقع قياس مطر يومي

شكل رقم (٤ - ٣٨)

خريطة خطوط المطر المتساوية (المجموع السنوي ملم) للموسم (٩١/٩٢)

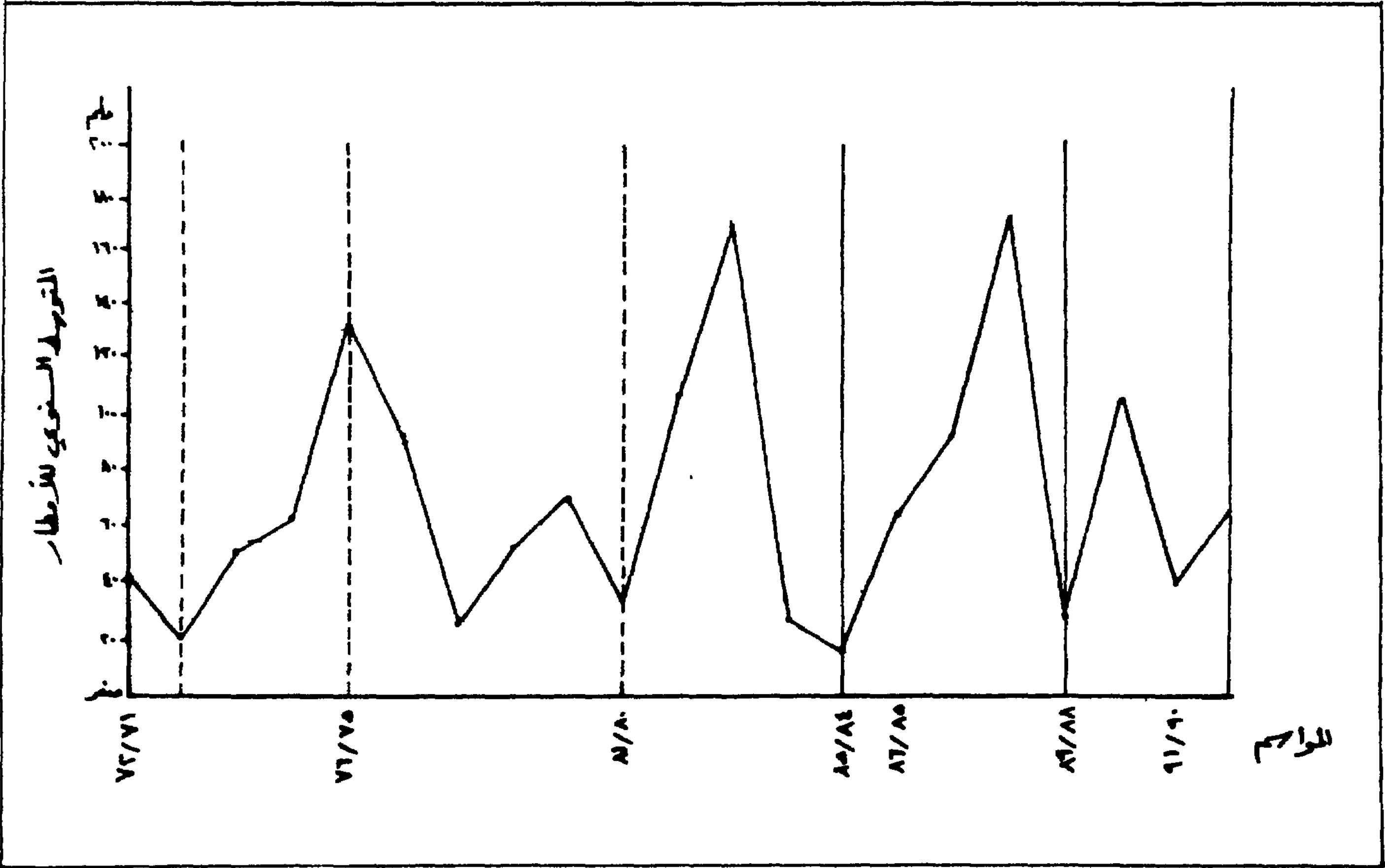
(+٦٩٧, ٠)، علما بأن المسافة بينهما في خط مستقيم تصل إلى (١٨٥) كم، في حين نجد العلاقة المكانيـة بين مواقع الرصد القريبة من بعضـها قوية جدا، فمواقع رصد الكرعانة، الخرارة، العامرية، ترينا، أبو سمرة، وسودانثيل تتميز بعلاقات قـوية، إذ تتراوح معامـلات الارتباط بين (+٨٠٢, ٠ ، +٩٧٤, ٠)، وعلى العمـوم فإن معـاملات الارتباط - رغـم تفاوت قيـمها - تبـدو قوية، ولاتقل عن (+٥٣٨, ٠).

٢- يبدو أن طبـيعـة السطح في قطر ليست لهـا انعكاسات واضـحة على العـلاقة المكانيـة بين الأمطار السنوية فـي جمـيع مـواقع الرصـد؛ لأن سطح قطر في مجـمله يميل إلى الاستـواء، اللهم إلا من بعض التـوءات النافرة يتـميـز بها الجانب الغربي والجزء الجنوبي الغربي من قطر، حـيث يتراوح أقصى ارتفاع ما بين (٨٠-١٠٣) م فوق مستوى سطح البحر (محمد ذياب، ١٩٨٠، ص٧٥).

٣- لعل قوة العلاقة الارتباطية بين مواقع الرصد المختلفة تعكس أثر الطابع الغالب للأمطار الساقـطة على قطر، فالأمطار على هذا الأســاس إما أن تكون أمطارا انقلابية، أو أمطار الجبهات الهوائية والمنخـفضات الجوية السودانية والمتوسطية، إذ تقوى العـلاقة ويزداد الارتباط بين الأمطار إذاكانت مـواقع الرصد تقع على طول خط سير المنخفض الجوي، لكون هذا النوع ينتشر على مساحات واسعة فيـغطيها رغـم التفاوت في غـزارة الأمطار من موقع إلى آخـر، والذي يتأثر بدوره بمســار المنخفض ومـواجهـته لـه، في حين تضعف العـلاقة إذا كـانت الأمطار التي تسـقط على قطر ناتجة عن عـمليات التسـخين ونشاط التـيارات الهوائـية الصاعـدة (تيارات الحـمل)، إذ يتمـيز هذا النوع بمـحليتـه، وضيق انتشاره، ويحدث في فصل الخريف وأواخر الربيع.

الاتجاهات العامة للأمطار السنوية في قطر:

تبـدي الأمطار في شـبه جـزيرة قطر اتجـاهات واضـحة نحـو التـزايد تارة والتناقص تارة أخـرى، فنلاحظ (شكل رقم ٤-٣٩) أن الأمطار بدأت تتـزايد في المواسم الأربعـة الأولى (٧٢/ ٧٣، ٧٣/ ٧٤، ٧٤/ ٧٥، ٧٥/ ٧٦)، حـيث بلغت كمـيتـها في نهـاية الفتـرة (٧, ١٣٠) ملم كمـتوسط سنوي، ثم أخـذت الأمطار



شكل رقم (٤-٣٩)
خطوط اتجاهات المتوسط السنوي للأمطار والتغيرات التي تحدث لها في شبه جزيرة قطر للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١)

تتأرجح في كـمياتها بـين التناقص والتزايد، إلا أن المواسم (٨٠/ ٨١-٨٢/ ٨٣)، والمواسم (٨٤/ ٨٥-٨٧/ ٨٨) شهـدا تزايدا مطردا في الأمطار بلغت كـميـاتها في نهاية المواسم الأولـى (١٦٩,٩) ملم، وفي نهاية المواسم الثـانية (١٧٢,٨) ملم، بيد أن الموسم (٨٤/ ٨٥) سجل أدنى كمية من الأمطار على مدى السلسلة الزمنية، بلغت - كمـا أوضحنا - (١٦,١) ملم، وفي المواسم الأخيـرة من السجل المطري (٨٨/ ٨٩-٩١/ ٩٢) كان التذبذب في الأمطار أقل حدة مما شهدته المواسم السابقة، فلو قارنا مقدار التـذبذب الذي حدث بين المواسم (٨٢/ ٨٣-٨٤/ ٨٥) من ناحية، والمواسم (٨٩/ ٩٠-٩٠/ ٩١) من ناحيـة أخرى، لتبين لنا مـدى التناقض والتقلب في الأمطار من موسم إلى آخر؛ فالأولى شهـدت تناقصا بلغت نسبته (٩٠,٥٪)، في حين بلغت في الفـترة الثانيـة (٦١,٧٪)، وللتأكـد ما إذا كان هناك اتجـاه عام للأمطار في قطر تم حسـاب قرينة الاتجاهات العامـة لجميع مواقع الرصـد (معامل الانحدار) يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٣١)

الاتجاهات العامة للأمطار السنوية في قطر

الموقع	معامل الانحدار	قيمة ت	الموقع	معامل الانحدار	قيمة ت
الرويس	+١,٨٤٥	٤,٣٤	أبو سمرة	٠,٣٢٩	٠,٥١
روضة الفرس	+٠,٢٥٠	٠,٥٤	سودانثيل	٠,٥٢٧	٠,٥٧
الصفيريات	+٠,٧٠٩	١,٦١	وادي الواسعة	١,٨٦٥	٣,١٤
النصرانية	٢,٤٧٣	٥,١٦	مسيكة	١,٢٨٥	٢,٩٠
أم باب	١,٩٤١	٤,٨٠	العطورية	١,٠٧١	٠,٩٢
ميل ٣٢	١,٤٩٥	٤,٠٨	الماجدة	٠,٧٦٩	١,٨٠
دكا	٢,٠١٤	٥,٤٠	أم الشخوط	٢,٣٧٣	٥,٣٢
الجميلية	١,٥٥٢	١,٩٤	دخان	٣,٥٥٤	٧,٩٨
مسيعيد	٠,٤٥٨	١,٤٩	أم الأفاعي	١,٤٢٩	٢,٧٠
الكرعانة	٠,٥١٣	١,٥٦	أم المواقع	٠,٢٧٦	٠,٥٩
الخرارة	٠,٤٣٥	١,٠٨	السيلية	١,٠٢٣	٣,٤١
العامرية	١,٣٦٤	٢,٦٥	الوكير	٠,٠٥٦	٠,١٤
ترينا	٠,١٦٤	٠,٣٩	الدوحة	١, ٥٥	٣,٢٩

* تم استخراج الخطأ المعياري بقسمة الانحراف المعياري على الجذر التربيعي لحجم العينة.

* قيمة ت = (معامل الانحدار - √مجموع مربعات المتغير المستقل) ÷ الخطأ المعياري لقيم المتغير التابع

* ت ٠,٠١ = ٢,٨٤، ت ٠,٠٥ = ٢,٠٩، ت ٠,١٠ = ١,٧٢.

يلاحظ من (الجدول رقم ٤-٣١) أن النتائج أثبتت وجود اتجاه حقيقي نحو التزايد أو التناقص، وأن كثيرا من معاملات الانحدار تؤكد ذلك، لذا فإن المؤشرات تبدو - إحصائيا - ذات مغزى في العديد من مواقع الرصد، وبعضها الآخر لم يثبت هذا الاتجاه الواضح، وأن معاملات انحدارها تشير إلى زيادة طفيفة، وربما تعزى الزيادة في الأمطار إلى أن بعض السنوات شهدت أمطارا أعلى في قيمها من المتوسط العام بكثير، ومثال ذلك موقع رصد روضة الفرس (معامل الانحدار +٢٥٠,٠) ومتوسطه العام (٩٦,٢) ملم، سجل في الموسم (٧١/ ٧٢) كمية بلغت (١٤٢) ملم، وسجل في الموسم (٧٥/ ٧٦-٧٦/ ٧٧) ما قيمته (١٨٩,٢ ، ١٧٧,٩) ملم، وقد بلغت أعلى كمية لها في الموسم (٨٢/ ٨٣) حيث سجل (٢٢٥,٨) ملم، إلا أن الأمطار في بقية المواقع ربما تقل عنه بكثير، وينسحب هذا على بعض مواقع الرصد منها: دكا، الكرعانة، أم المواقع الدوحة، ويعلل ذلك في كون درجات انحدارها سالبة (**الجدول الملحق رقم ٤-٧**).

وبالرجوع إلى الشكل الذي يمثل اتجاهات الأمطار السنوية، والذي يشير إلى شذوذ واضح في قيم التزايد أو التناقص في الأمطار، وإلى التذبذب بين المواسم المطيرة وتلك التي يمكن وصفها بمواسم جافة، فيبدو من الأفضل اختبار ما إذا كانت الاختلافات بين المواسم ذات مغزى، فالمواسم الجافة تمتد من (٧١/ ٧٢-٨٠/ ٨١)، والمواسم المطيرة من (٨١/ ٨٢-٩٠/ ٩١)، لذا تم حساب المتوسط المتحرك لكل عشر سنوات على النحو التالي:

المواسم	المتوسط	الانحراف المعياري
أ الجافة	٦٠,٢	٣٢,١
ب الرطبة	٨٣,٥	٥٤,٤

وباستخدام اختبار t-test يتبين أن قيمة (ت) تبلغ (١,١١)، وهي مؤشر لم يظهر أي من الاختلافات بين المواسم، لأن قيمتها أقل من القيمة النظرية عند درجة الحرية (٩).

ولْنَعْـقـد مقـارنة في هذا المجـال بين ثلاثة مـواقع، **الأول** يقع في الطرف الشمالي الغربي ويمثله موقع رصد مسيكة، **والثاني** يشغل منتصف الساحل الشرقي ويمثله موقع رصـد الدوحة، **والثالث** يقع في الجزء الجنوبي الغـربي، ويمثله موقع رصد الكرعانة، وقد تم اختيارها لأسباب أهمها:

* السجل المطري متساو فيها (٢١) عاما.

* تمثل مناطق قطر فيما يتعلق بخصائص الأمطار الجبهوية والتصاعدية.

* قد تتفق في الارتفاع عن مستوى سطح البحر كما هو الحال بين الدوحة ومسيكة اللتان ترتفعان ما بين (١١، ١٢,٢)م، بينما ترتفع الكرعانة حوالي (٣٥)م.

* تمثل هذه المواقع خصائص الساحل والداخل.

وسـتتم المقـارنة من واقع البـيانات المطرية للمـواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)، وذلك باستخراج المتوسط السنوي والانحراف الميعـاري لكل موقع، واختيار اختبار ستودنت «ت» كقـرينة للمقارنة بين كل موقعين، ولتمثـيل العلاقة بين «الفرق بين المتوسطات من ناحية، والخطأ المعياري لهذا الاخـتلاف من ناحية ثانية»، والمصفوفة التالية توضح قيمة (ت):

مصفوفة قيمة (ت)

الموقع	الدوحة	مسيكة	الكرعانة
الدوحة	-	- ١,٠٤	+ ٠,١٩
مسيكة	-	-	- ١,١٧

ومنها يتبين - بعد الحصول على قـيمة (ت) النظرية عند درجة الحرية (٤)، واستبعـاد قيمة «ت» النظرية الخاصة بالـدوحة/ الكرعانة لعدم كفاءتهـا - أن قيمة «ت» النظرية لكل من الموقعين الـدوحة/ مسيكة، الكرعـانة/ مسيكة عند مسـتوى دلالة (١٠٪) تسـاوي (-١,٦٨)، وبما أن قـيـمـتي «ت» المحـسـوبتـين تبلغـان (-١,٠٤، -١,١٧) أكبـر من قيمـة «ت» النظرية، فإنهـما لا تقعـان في منطقة الرفض (المنطقة الحرجة)، ولذلك نقـر بأن الفرق بين المتوسطين ليس جوهريا وإنما يرجع لعوامل الصدفة أو لأخطاء المعاينة.

فصيلة الأمطار في شبه جزيرة قطر:

تتعرض قطر لبعض المنخفضات الجوية المتوسطية والسودانية والمحلية السنوية، فتجذب عند تحركها في هذا الاتجاه من بحر العرب والمحيط الهندي كتلا هوائية مدارية رطبة (mT)، لتشكل الجبهة الدفيئة، ومن منطقة المرتفع السيبيري وهضبة إيران ذواتا الضغط المرتفع شتاء كتلا هوائية قارية باردة (cP)، لتشكل الجبهة الباردة، وتصحب الجبهة الدفيئة رياح غالبا ما تكون جنوبية أو جنوبية شرقية، تؤدي إلى سقوط الأمطار، وخاصة إلى الشمال أو الشمال الشرقي والشرق من مركز الإعصار، وذلك نتيجة صعود الهواء الدافئ فوق الهواء البارد على طول الجبهة الدافئة، ويشير ذلك إلى أن الإعصار ما يزال في موقع إلى الغرب من قطر.

وفي حالة اندفاع الرياح الباردة لتحل محل الرياح الدافئة التي اضطرت إلى الصعود إلى أعلى على طول الجبهة الباردة، فتسقط على إثر ذلك أمطار تتميز بغزارتها وقصر فترة سقوطها، خاصة إلى الجنوب والجنوب الغربي من الإعصار، ويدل كذلك على أن الإعصار يتمركز فوق قطر (**محمد ذياب، ١٩٨٠، ص٢٠٥**)، وإذا اكتمل الإعصار يأخذ الجو في التحسن، ويصبح صحوا، ويميل إلى البرودة نتيجة هبوب الرياح الشمالية أو الشمالية الغربية، ولهذا يتضح أن مناخ قطر في فصل الشتاء ما هو إلا معدل الأحوال الجوية التي تنجم عن وجود كتلتين هوائيتين تختلفان في خصائصهما وصفاتهما المكتسبة، وما يصحب وجودهما من آثار.

فكمية الأمطار التي تستقبلها قطر وفق هذه الخصائص تبدو محدودة وعشوائية ويبقى تركزها في أشهر: ديسمبر ويناير وفبراير، وأن نسبة تركز الأمطار في غالبية مواقع الرصد الساحلية أو القريبة من الساحل (مسيعيد، الوكير، الدوحة، وادي الواسعة، دخان) تزيد على (٦٣٪)، وقد تصل إلى (٧٥٪) في موقع رصد الوكرة، ويلاحظ من (الخريطة رقم ٤-٤٠) أن خط تساوي (٧٠٪) يحصر القطع الساحلي المقابل لمنطقة الوكرة ويتوغل نحو غرب غرب الشمال حتى مشارف موقع رصد دكا، إضافة إلى الجزء الجنوبي الشرقي وخاصة منطقة النقيان وخور العديد ويضم مواقع رصد الخرارة والعامرية وترينا، ولعل ضيق المسافة بين الساحلين الشرقي والغربي (المسافة بين الدوحة وأم باب في خط مستقيم ٩٧ كم)، أدى إلى عدم

شكل رقم (٤ - ٤٠)

خريطة النسب المئوية لتركز الأمطار في شهور يناير وفبراير ومارس للفترة ١٩٧٢ - ١٩٩٢

وجود فـروقات واضـحة في نسب تركـز الأمطار، ورغـم ذلك فإنها قـد تصل في بعض مواقع الرصد إلى أقل من (٦٠٪) وخاصة المنطقة الواقعة إلى الشرق والشمال من شبـه جزيرة فيـشاخ على الساحل الغـربي والتي يمثلها مـوقع رصد الجمـيلية. ويلاحظ أن هناك ثلاث مناطق تـقل فيـها النـسب عن (٦٥٪)، تتمـثل **أولاها** في منطقة الدوحة على الساحل الشرقي، ويشغل **ثانيها** محيط موقع رصد أم باب على الساحل الغربي مع امـتداد لها نحو الجنوب الشرقي لتضم إلى حـوزتها موقع رصد الكرعانة، وتقع **ثالثتها** في أقصى الجنوب عند الحدود مع العـربية السعودية، ممثلة في موقع رصد سـوداثيل، وفيمـا عدا ذلك فإن السيطرة لفئـة الأمطار التي تتراوح نسبتهـا بين (٦٥٪-٧٠٪)، وتشمل الجزء الشمالي الغـربي من قطر، ومنطقة الخور والوسط مع جزء من الساحل الغربي عند دخان، وتمتد لتشمل الجزء الجنوبي الغربي عند مركز حدود أبو سمرة، والجنوب الشرقي في منطقة مسيعيد.

اختبار فصلية الأمطار:

رغم أن سقوط الأمطار على قطر قد يحـدث في معظم أشهر السنة (٧-٨) أشهر، باستثناء (٤-٥) أشهر في فصل الصيف (**الملحق رقم ٤-١١**)، بيد أن هذه المعطيات تقودنا إلى عـدم الاطمئنان إلى مفهوم فصليـة الأمطار السائدة في حوض البحر المتوسط، خاصة وأن نسب أمطار الشتاء الحقيقية الساقطة على قطر قد تصل إلى (٦٣,٧٪) ويمثلها موقع رصد أم المـواقع، وفيما عدا ذلك فإن نسبـتها تتراوح بين (٤٦,٤٪-٦٠,٠٪)، وعلى هذا الأساس فـإن التركز الفـعلي للأمطار يحدث في أشهر يناير وفـبراير ومارس، من هنا نبعت الأهمية إلى مـزيد من إلقاء الضوء على طبيعة الأمطار وأسبابها، فاستـخدم لهذا الغرض اختبار ستودنت «ت» t-test (Gregory, p. 141) لاخـتبـار فرضـية أن الأمطار ليـست متـركزة في فـصل من الفصول، وأن تركزها في أشهر السنة ليس تركزا حقيـقيا، ويهدف استخدام اختبار ستودنت «ت» إلى إجـراء مقارنة بين معـدلين للأمطار، يمثل المعدل **الأول**: أشهر يناير وفبراير ومارس، و يمثل **الثاني**: ربع المعدل السنوي في كل فصل على أساس أن الأمطار ليست متركزة في أي فصل، وذلك للوقوف على إذا كان هناك اختلاف حقيقي بين المعدلين، ويتم استخدام قيمة «ت» وفق المعادلة التالية:

$$ت = \frac{\bar{س}_1 - \bar{س}_2}{\sqrt{\frac{ع_1^2}{ن_1} + \frac{ع_2^2}{ن_2}}} \quad \text{أي} \quad \left(\frac{\text{الفرق بين متوسطي العينتين}}{\text{الخطأ المعياري لهذا الفرق}} \right)$$

حيث:

$\bar{س}_1$ = معدل الأمطار في أشهر يناير وفبراير ومارس.

$\bar{س}_2$ = ربع معدل الأمطار السنوية.

$ع_1^2$ = تباين الأمطار في أشهر يناير وفبراير ومارس من سنة إلى أخرى.

$ع_2^2$ = تباين ربع المعدل السنوي للأمطار من سنة إلى أخرى.

$ن_1$ = عدد مفردات معدل الأمطار في أشهر يناير وفبراير ومارس (٣).

$ن_2$ = عدد مفردات ربع معدل الأمطار السنوية (١٢).

والجدول التالي يوضح اختبار فصلية الأمطار:

جدول رقم (٤-٣٢)

نتائج حساب فصلية الأمطار في قطر (قيمة «ت»)

الموقع	قيمة (ت)	الموقع	قيمة (ت)	الموقع	قيمة (ت)
الرويس	٣,٧٤	مسيعيد	٢,٧٧	العطورية	٢,٣٩
روضة الفرس	٣,٩١	الكرعانة	٢,٥٦	الماجدة	٤,١١
الصفيريات	٣,٧٠	الخرارة	٢,٦٠	أم الشخوط	٣,٠٣
النصرانية	٣,١٧	العامرية	٢,٣٣	دخان	٢,٨١
أم باب	٢,٤٦	تريبا	٢,٧٣	أم الأفاعي	٢,٥٥
ميل ٣٢	٢,٥٣	أبو سمرة	٢,٠٤	أم المواقع	٢,٥٤
دكا	٢,٨٢	سودانثيل	١,٩٢	السيلية	٢,٨٥
الجميلية	٣,١٤	وادي الواسعة	٢,٧١	الوكير	٢,٦٠
		مسيكة	٣,٤١	الدوحة	
ت ٠,٠١ = ٢,٩٠ ،		ت ٠,٠٥ = ٢,١١ ،		ت ٠,١٠ = ١,٧٤	

ويلاحظ من (الجدول السابق رقم ٤-٣٢) أن الأمطار في قطر تتركز فعلا في أشهر يناير وفبراير ومارس، وأن (٩٢,٣٪) من عدد مواقع الرصد تستقبل أمطارها في هذه الفترة بدرجة ثقة تتراوح بين ٩٥٪-٩٩٪)، منها ما يقرب من (٣٤,٦٪) بمستوى دلالة (٠,٠١)، و (٧,٧٪) توجد بين معدلاتها بعض الفروقات البسيطة بمستوى دلالة (٠,١٠)، وربما يعزى هذا الضعف في تركز الأمطار في الأشهر الثلاثة في هذه المواقع إلى تعرضها لتيارات الحمل الهوائية خاصة في فصلي الربيع والخريف، وسقوط الأمطار أثناءها.

وما يلفت النظر أن أقوى تركز للأمطار في هذه الفترة يتمثل في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية ومنطقة الدوحة، في حين يضعف باتجاه الوسط والجنوب، خاصة في موقع رصد أبو سمرة حتى يبلغ أدناه عند موقع رصد سودانثيل (قيمة ت ١,٩٢)، ولا يظهر الاختلاف في تركز الأمطار فحسب، بل يشمل المتوسط العام لها، فيبلغ في روضة الفرس ومسيكة الواقعتان في الجزء الشمالي من قطر ما بين (٩٦,٢، ٨٥,٩) ملم، في حين يصل في موقعي رصد أبو سمرة وسودانثيل الواقعتان في جنوب غرب وأقصى جنوب قطر إلى حوالي (٦١,٣، ٥٧,٥) ملم على التوالي.

المحصلة السنوية للأمطار في قطر:

تجنح الأمطار في المناطق التي تتميز بفصلية واضحة إلى التركز في شهر محدد، أو في فترة محددة، كما يحدث في بلاد الشام وخاصة الأجزاء الغربية منها، حيث تتركز في يناير (**نعمان شحادة، ١٩٨٦، ص٣٣**)، بيد أن الأمطار يتأخر سقوطها كلما اتجهنا نحو الشرق أو الجنوب الشرقي من بلاد الشام، ويعزى ذلك إلى أن نطاقات الضغط المرتفع المحلية لا تسمح بتقدم المنخفضات الجوية نحو الشرق حتى يعتريها الضعف (أعني نطاقات الضغط)، ويأتي ذلك في فترات متأخرة عن المناطق الغربية والشمالية الغربية، ونتيجة لذلك تكون المحصلة السنوية للأمطار في قطر متأخرة نسبيا عنها في بلاد الشام.

فجداول الأمطار الشهرية، أو الأعمدة البيانية التي تمثل التوزيع الشهري للأمطار لا تكفي لتحليل التوزيع الحقيقي للأمطار خلال العام، لذا كان من الأجدى استخدام أسلوب إحصائي لتحليل التوزيع الزمني للأمطار، وتحديد مركز الثقل لهذا التوزيع؛ لأنه يعتبر أفضل المقاييس للتعرف على فصلية الأمطار.

ويعتمد هذا الأسلوب على تمثيل كل شهر بمتجه Vector وأن قيمة هذا المتجه Magnitude ما هي إلا معدل الأمطار في ذلك الشهر، وأن اتجاه المتجه Direction عبارة عن الزمن الذي يمثله ذلك الشهر في السنة، فيتكون بالتالي اثنتا عشر متجها (شكل رقم ٤-٤١أ)، يعكس كل منها الأمطار التي تسقط في الشهر، وقد تم تحديد اتجاه أي متجه على أساس أن مجال كل متجه يمثل (٣٠°)، وأن مركز الشهر هو منتصف ذلك المجال، فشهر يناير تمثله الزاوية (١٥°)، وشهر فبراير الزاوية (٤٥°)، وشهر مارس الزاوية (٧٥°) .. وهكذا.

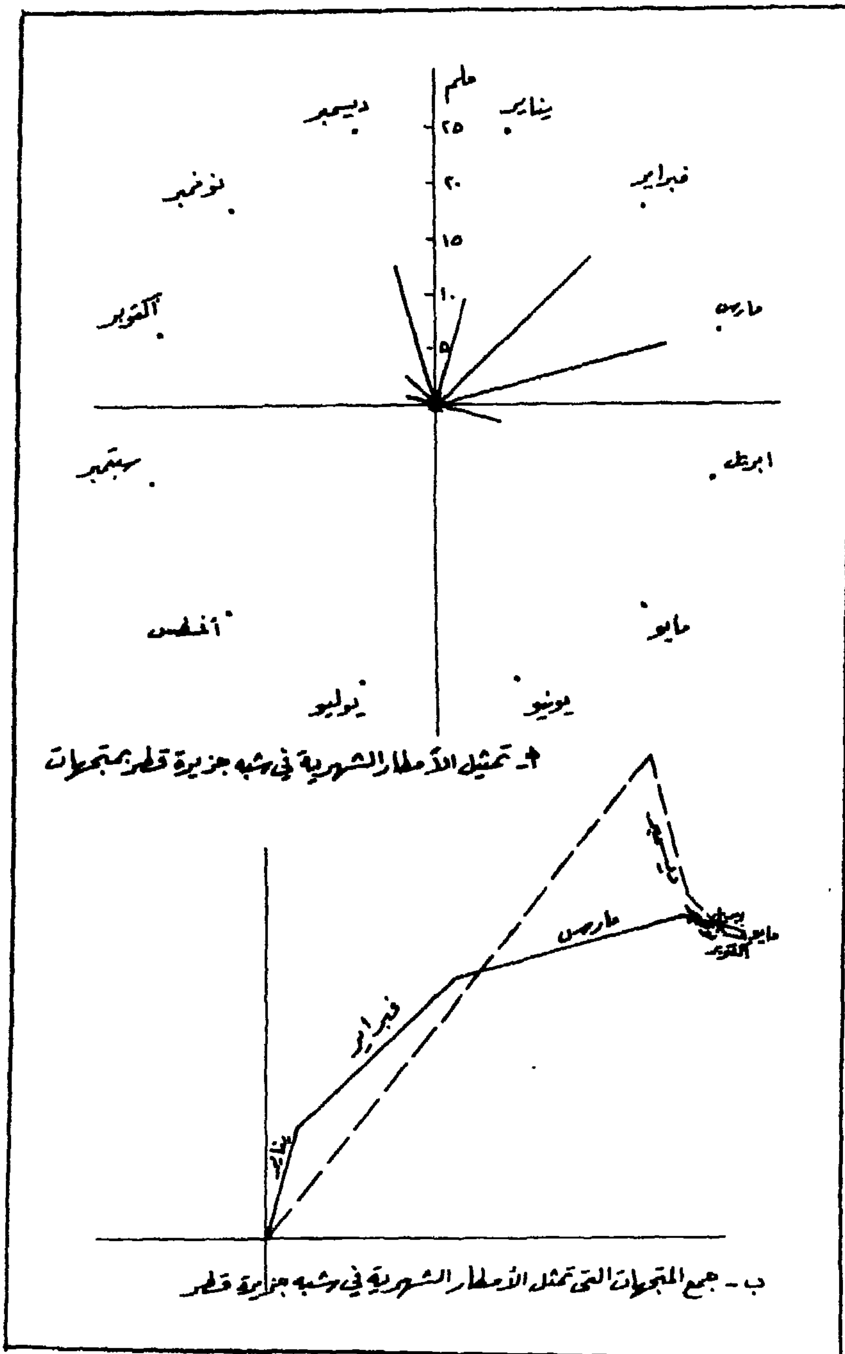
وحال تجميع المتجهات فإن المحصلة النهائية Resultant تمثل مركز الثقل الحقيقي للأمطار في السنة (شكل رقم ٤-٤١ب) وتشير إلى حقيقتين:

* تعتبر قيمة المحصلة معيارا لفصلية الأمطار، فإذا قمنا بتقسيم هذه القيمة على المتوسط العام للأمطار، فإننا نستدل على مركز الثقل في توزيع الأمطار الشهرية.
* أما اتجاه المحصلة فإنه يمثل الفترة التي تحدث فيها قمة الأمطار السنوية، ومن خلال تحديد مجال كل شهر يمكن تحويل الزوايا إلى أيام، وبالتالي تحديد فترة تركز الأمطار.

ويتم حساب قيمة المحصلة بتحليل كل متجه إلى مُرَكَّبتين هما: السينية والصادية، وقد استخدمت في ذلك المعادلة التالية:

$$R = \sqrt{(Vi \sin i)^2 + (Vi \cos i)^2}$$





شكل رقم (٤-٤١)

متجهات الأمطار الشهرية ومحصلتها النهائية في شبه جزيرة قطر

حيث:

R = قيمة المحصلة العامة لجميع المتجهات.

Vi = المعدل الشهري للأمطار.

sin = جيب الزاوية التي يصنعها المتجه (وتمثل المركَّبة الصادية).

cos = جيب تمام الزاوية التي يصنعها المتجه (وتمثل المركَّبة السينية).

ويمكن الحصول على الزاوية التي تصنعها المحصلة حسب المعادلة التالية:

$$\tan \lambda = \frac{Vi \quad \sin \quad Oi}{Vi \quad \cos \quad Oi}$$

حيث إن Tan عبارة عن ظل الزاوية التي تصنعها المحصلة مع محور السينات، والجدول التالي يوضح الخطوات التي يمكن اتباعها لحساب فصلية الأمطار:

جدول رقم (٤-٣٣)

حساب فصلية الأمطار في قطر

الشهر	معدل الأمطار (ملم)	فاي	جا	جتا	ص	س
يناير	١٠,٠٣	١٥	٠,٢٥٩+	٠,٩٦٦+	٢,٥٩٨	٩,٦٨٩
فبراير	١٩,٢٠	٤٥	٠,٧٠٧+	٠,٧٠٧+	١٣,٥٧٤	١٣,٥٧٤
مارس	٢٠,٧١	٧٥	٠,٩٦٦+	٠,٢٥٩+	٢٠,٠٠٦	٥,٣٦٤
إبريل	٥,٧٣	١٠٥	٠,٩٦٦+	٠,٢٥٩-	٥,٥٣٥	١,٤٨٤-
مايو	,٣٢	١٣٥	٠,٧٠٧+	٠,٧٠٧-	٠,٢٢٦	٠,٢٢٦-
يونيو	صفر	١٦٥	٠,٢٥٩+	٠,٩٦٦-	صفر	صفر
يوليو	صفر	١٩٥	٠,٢٥٩-	٠,٩٦٦-	صفر	صفر
اغسطس	صفر	٢٢٥	٠,٧٠٧-	٠,٧٠٧-	صفر	صفر
سبتمبر	٠,١١	٢٥٥	٠,٩٦٦-	٠,٢٥٩-	,١٠٦-	، ٢٩-
أكتوبر	٢,٢٧	٢٨٥	٠,٩٦٦-	٠,٢٥٩+	٢,١٩٣-	٠,٥٨٨
نوفمبر	٣,٧٤	٣١٥	٠,٧٠٧-	,٧٠٧+	٢,٦٤٤-	٢,٦٤٤
ديسمبر	١٣,١٤	٣٤٥	٠,٢٥٩-	٠,٩٦٦+	٣,٤ ٣-	١٢,٦٩٣
المجموع	٧٥,٢٥				٤١,٩٣٩+ ٨,٣٤٦-	٤٤,٥٥٢+ ١,٧٣٩-
					٣٣,٥٩٣+	٤٢,٨١٣+

قيمة المحصلة = $\sqrt{(٤٢,٨١٣)^{٢} + (٣٣,٥٩٢)^{٢}}$ = ٥٤,٤٢

قرينة التركز = $\frac{٥٤,٤٢}{٧٥,٢٥}$ × ١٠٠٪ = ٧٢,٣١٩٪

ظا λ = $\frac{ص}{س}$ = $\frac{٣٣,٥٩٣}{٤٢,٨١٣}$ = ٠,٧٨٥

الزاوية التي تصنعها المحصلة مع محور السينات = ١٠ً ٧َ ٣٨ْ

الزاوية التي تصنعها المحصلة مع محور الصادات = ٥٠ً ٥٢َ ٥١ْ

تتركز الأمطار في قطر ما بين (٨-٢٢) من شهر فبراير.

تحليل البيانات ورصد النتائج:

تم تحليل البيانات الخاصة بمعدلات الأمطار الشـهرية في جميع مواقع الرصد حيث يوضحها الجدول التالي.

جدول رقم (٤-٣٤)

قرينة التركز الفصلي وفترة تركز الأمطار حسب مواقع الرصد في قطر

موقع الرصد	قرينة التركز ٪	فترة تركز الأمطار	موقع الرصد	قرينة التركز ٪	فترة تركز الأمطار
الرويس	٧٢,٥	أواخر فبراير وأوائل مارس	سوداثيل	٧١,٢	الأسبوع الثالث من فبراير
روضة الفرس	٦٩,٤	الأسبوع الأخير من فبراير	و. الواسعة	٧٣,٠	الأسبوع الأخير من فبراير
الصفيريات	٧٠,٨	أوائل مارس	مسيكة	٧٣,٩	الأسبوع الأخير من فبراير
النصرانية	٧٢,٦	الأسبوع الثالث من فبراير	العطورية	٧٠,٥	الأسبوع الأخير من فبراير
أم باب	٦٨,٩	الأسبوع الأخير من فبراير	الماجدة	٦٩,٨	بداية مارس
ميل ٢	٧٣,٦	الأسبوع الثالث من فبراير	أم الشحوط	٧٤,٥	الأسبوع الرابع من فبراير
دكا	٧٥,٥	الأسبوع الثالث من فبراير	دحان	٧٥,٦	الأسبوع الثالث من فبراير
الجميلية	٦٨,٤	الأسبوع الأخير من فبراير	أم الأفاعي	٧٣,٧	الأسبوع الرابع من فبراير
مسيعيد	٦٩,٩	الأسبوع الثالث من فبراير	أم المواقع	٧٩,٦	الأسبوع الثالث من فبراير
الكرعانة	٦٤,٢	الأسبوع الثالث من فبراير	السيلية	٧٤,٧	الأسبوع الرابع من فبراير
الخرارة	٧٥,٨	منتصف فبراير	الوكير	٧٧,٦	منتصف فبراير
العامرية	٧٤,٥	منتصف فبراير	الدوحة	٦٩,٨	منتصف فبراير
ترينا	٧٨,٠	منتصف فبراير	أبو سمرة	٧٢,٩	الأسبوع الثالث من فبراير
قرينة التركز (المحصلة) العامة في قطر = ٧٢,٣٪					

يتبين مــن (الجدول رقم ٤-٣٤) و (الشكل رقم ٤-٤١ب) أن وقت تركز الأمطار الفصلية في قطر هو شهـر فبراير، وينسحب هذا على (٨٨,٥٪) من عدد مواقع الرصــد، في حين تتركز الأمطار في بقـية مواقع الرصــد في أوائل مارس، وينسجم هذا مع وجـود اتجاه عام في منطقـة المشرق العربي أو جنوب غرب آسيا بتأخـر وقت تركز الأمطار كلمـا اتجهنا نحـو الشرق والجنوب الشـرقي، ويبدو أن التباين بين مواقـع الرصد المختلفة يعزى إلى وجود بعض الاخـتلافات المحلية، أو ربما إلى التوغل التدريجي للهواء القطبي باتجاه الجنوب.

ومن تحليل الزوايا التي تصنعها المحصلات العامة للأمطار الشهرية في قطر، يتضح أن الأمطار لا تعزى إلى المنخـفضات المتوسطية والسودانيـة فحسب، بل إن جزءا منها تسببه المنخفـضات المحلية التي تتكون - كما أشرنا - فوق بعض مناطق شبه جزيرة العرب في فصل الربيع، خاصة فـوق منطقة نجد، ولهذا يتمثل نظامان لموعد تركز الأمطار في قطر هما:

١- نظام تتركز فيه الأمطار في شهر فبراير:

وهناك أنظمة ثانوية بحـسب الفترة التي تتـركز فيـها الأمطار، فقد تتـفاوت تبكيرا أو تأخـيرا، ففي حالة تبكيـرها فإنها لا تسبق في سـقوطها نهايـة الأسبوع الثاني، وفي حالة تأخـيرها فقد تسقط في أيام معدودات مـن الأسبوع الثالث من شـهر فـبـراير، ويتـمثل هذا الـنظام في النصف الجنـوبي من قطر، ويـتفق حـده الشمالي مع طريق «الدوحة - دخان»، ويشـمل في توزيعه المكـــاني جميع مواقع الرصـــد الواقعـة إلى الجنوب منه حتى حدود قطر مع السـعودية، باستـثناء المنطقة المحيطة بأم باب الواقعة على الساحل الغربي، فـيما بين دخان وأبو سمرة، ومما لا شك فيــه أن أمطار هذا النظام ترتبط بوصـول المنخفضـات الجوية المتـوسطية ذات المسار الجنوبي الشـرقي، والتي تبدأ فـيما بعـد بالاضمحـلال والتلاشي إثر تدخل نطاق الرياح الموسمية القادم من بحر العرب والمحيط الهندي.

٢- نظام تتركز فيه الأمطار بين أواخر فبراير وأوائل مارس:

يمتد زمنيا من بداية الأسبوع الرابع لشهر فبراير حتى نهاية الأسبوع الأول من شهر مـارس، ويتوزع مكانيا بالإضافـة إلى مواقع الرصد الواقعـة إلى الشمال من



طريق الدوحة - دخان، في بعض المواقع التي تتوغل كبؤر مطرية في النظام السابق (السيلية، أم باب)، ويتأثر هذا النظام في فترة منه بالمنخفضات المتوسطية، ولكن يبدو أن غالبية أمطاره تسببها المنخفضات الجوية الحرارية المحلية التي تنشأ فوق شبه جزيرة العرب، وتتحرك نحو الشرق فتؤثر على منطقة الخليج العربي.

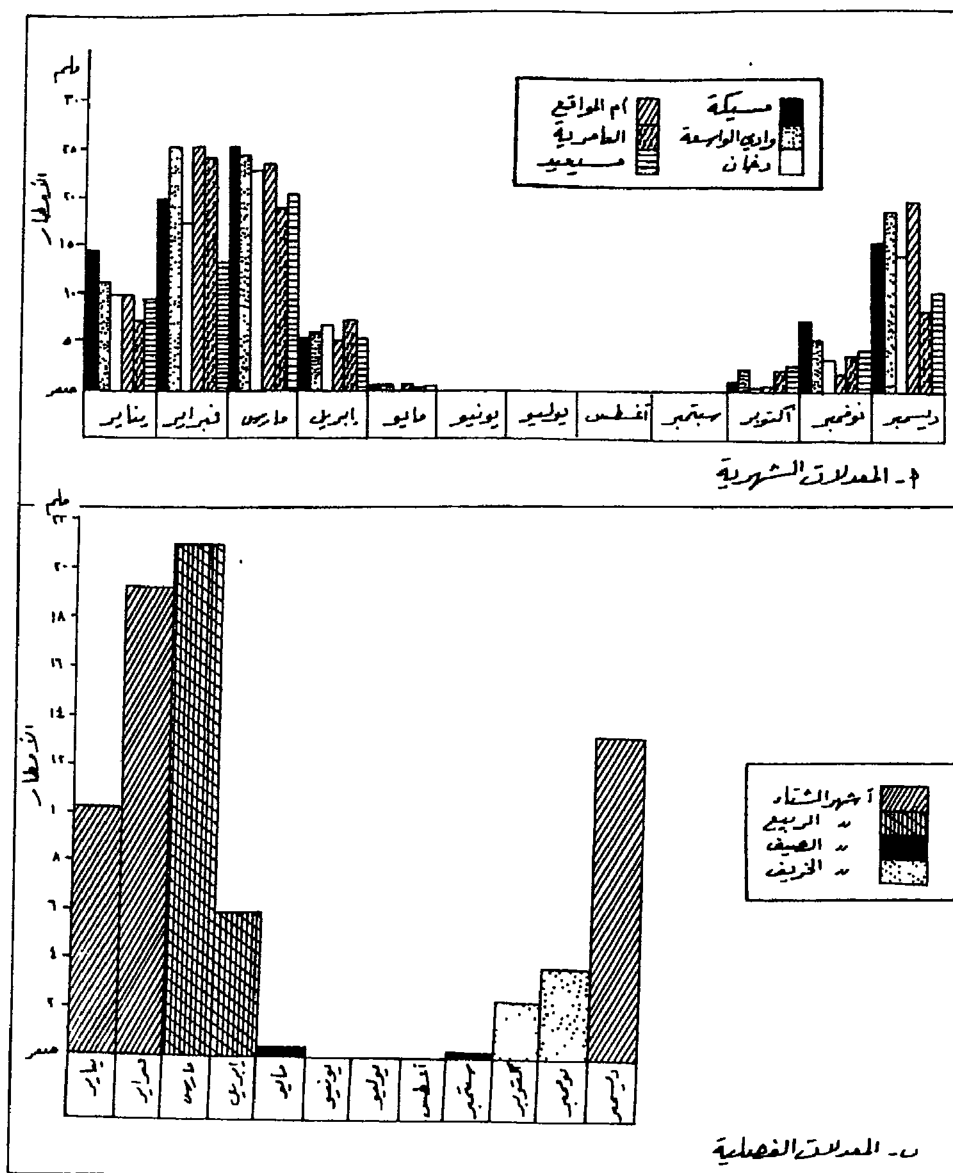
ومن استعراض (الشكل ٤-٤٢أ، ب)، يتبين أن الأمطار في قطر يبدأ موسمها الفعلي في فصل الخريف (أكتوبر) ولكنها بكميات متواضعة، تتزايد في بداية الشتاء (ديسمبر) ونهايته (فبراير) حيث تستمر في فصل الربيع (مارس) ولكنها بدرجة تفوق ما شاهدناه في شهر فبراير، ثم تتناقص كلما اقترينا من نهاية الربيع وبداية الصيف حتى تنعدم تماما في أشهر الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر).

نسب التركز الفصلي للأمطار:

تشير قرينة التركز (المحصلة السنوية للأمطار) التي تمثل نسبة الفصلية في أمطار قطر إلى الخصائص التالية في توزيعها المكاني (خريطة رقم ٤-٤٣):

١- نسبة تركز أكثر من ٧٥٪:

تظهر أعلى نسبة للتركز في مناطق ثلاث: تمتد المنطقة **الأولى** من القطع الساحلي المقابل لمدينة الوكرة بين الدوحة ومسيعيد باتجاه الغرب في شريط ضيق، يتسع عند موقع رصد دكا وخاصة نحو الشمال ليشكل دائرة مركزها موقع رصد «أم المواقع» الذي تبلغ فيه قرينة التركز (٧٩,٦٪)، وتقع المنطقة **الثانية** على الساحل الغربي، وهي محدودة المساحة، لا تتعدى محيط مدينة دخان مع الشريط الساحلي المقابل لها، وتبلغ نسبتها (٧٥,٦٪)، أما المنطقة **الثالثة** فتمتد إلى الجنوب من مسيعيد، وتشمل الأطراف الشمالية لخور العديد وجزءا من الساحل الجنوبي الشرقي لقطر، وتتوغل في الداخل حتى موقع رصد الخرارة، يتوسطها موقع رصد ترينا بنسبة تركز تبلغ (٧٨٪)، وأمطار هذه المناطق تتركز في فترتين زمنيتين مختلفتين ضمن شهر فبراير، فالمواقع المتاخمة للساحل الشرقي (الوكير) والجنوبي الشرقي (ترينا والخرارة) تتركز أمطارها في منتصف فبراير، أما المواقع التي تقع في وسط قطر (أم المواقع)، وتلك الواقعة على الساحل الغربي (دخان) فأمطارها تتفق في تركزها مع الأسبوع الثالث من شهر فبراير (الجدول رقم ٤-٣٤).



شكل رقم (٤-٤٢)

معدلات الأمطار الشهرية والفصلية لمواقع رصد مختارة للفترة (١٩٧٢-١٩٩٢)

شكل رقم (٤-٤٣)

خريطة فصلية الأمطار في شبه جزيرة قطر (نسبة مئوية)
للفترة ١٩٧٢ - ١٩٩٢

٢- نسبة تركز تتراوح بين (٧٠٪ - ٧٥٪):

وتنتشر على مساحة واسعة من قطر، ويمثلها نصف مواقع الرصد (٥٠٪) منها، ولعل هذا التوزيع الانتشاري يعزى إلى ضيق المساحة بين الشرق والغرب أو بين الشمال والجنوب، وإلى تعرض معظم مواقع الرصد في قطر إلى خصائص مناخية قد لا تختلف كثيرا فيما يتعلق بالمنخفضات المتوسطية والسودانية أو ربما المحلية، ويلاحظ أن مواقع الرصد الممثلة لهذه الفئة تتفاوت زمنيا في أمطارها، فالمواقع التي تواجه الساحل الغربي مباشرة (النصرانية، ميل٣٢)، وتلك الواقعة في الجنوب (سودانثيل) والجنوب الغربي (أبو سمرة) تتركز أمطارها في بداية الأسبوع الثالث من شهر فبراير، في حين يتأخر هذا التركز في مواقع الرصد المواجهة للساحل الشمالي الغربي (الرويس، مسيكة، الصفيريات) والساحل الشرقي (وادي الواسعة، أم الشخوط، والوسط (أم الأفاعي والعطورية) إلى الأسبوع الأخير من شهر فبراير، وقد يمتد إلى أوائل مارس.

٣- نسبة تركز تتراوح ما بين (٦٥٪ - ٧٠٪):

يبدو أن هذه الفئة أكثر انتشارا من النسبة الأولى، وتتمثل في النصف الشمالي من قطر (الماجدة، روضة الفرس، الجميلية) بقدر ما تتواجد خصائصها في النصف الجنوبي (العامرية، محيط الكرعانة)، وهي بالإضافة إلى احتلالها قطاعات متفرقة من الساحل الشرقي (مسيعيد، الدوحة، منطقة رأس لفان) فإنها تمتد على طول أشرطة محدودة من الساحل الغربي (أم باب، شبه جزيرة أم حيش، فيشاخ)، ويلاحظ أن التوزيع المكاني لهذه الفئة في النصف الجنوبي يشغل مساحة كبيرة، إذ تمتد المنطقة الممثلة لها من الساحل المقابل لموقع رصد مسيعيد باتجاه الغرب لمسافة قد تصل إلى (٧٣) كم، ثم باتجاه الجنوب الغربي لمسافة (٤٢) كم، فتحتل أجزاء كثيرة من التلال القطرية التي يزيد ارتفاعها على (١٠٠) م، بينما لا يزيد ارتفاع مواقع الرصد في النصف الشمالي على (٣٨) م في موقع الجميلية، وربما يكون لهذه السمات التضاريسية بالإضافة إلى عوامل الموقع، ومواجهة مسارات المنخفضات الجوية أثر في التباين الزمني لفترات التركز، فمواقع الرصد الشمالية تتركز أمطارها في الفترة ما بين الأسبوع الأخير من شهر فراير



وبداية مارس، تناظرها الأجزاء الغربية المتمثلة في موقع رصد أم باب، أما مواقع الرصد الجنوبية (الدوحة، مسيعيد، العامرية)، فتتركز أمطارها في منتصف فبراير والأسبوع الأخير منه.

٤- نسبة تركز تقل عن (٦٥٪):

وينفرد بها موقع رصد الكرعانة الواقع على بعد (٦٠) كم إلى الجنوب الغربي من الدوحة، وتقع ضمن اللسان الممتد من مسيعيد باتجاه الغرب (٦٥٪-٧٠٪) وتشغل مساحة صغيرة جدا، وتتركز أمطارها في الأسبوع الثالث من فبراير.

خصائص الأمطار اليومية:

البيانات الخاصة بالأمطار اليومية والمتعلقة بغزارة الأمطار Intensity أثناء العواصف المطيرة غير مسجلة في النشرات التي تم الحصول عليها، بيد أن المتوافر منها يمثله أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة، وعدد الأيام المطيرة للفترة من (١٩٨٤-١٩٩٢) لجميع مواقع الرصد باستثناء موقع رصد الدوحة الذي يمتد سجله المطري بين (١٩٧٤-١٩٩٣)، ومن (الملحق رقم ٤-١٢) نستخلص الخصائص الرئيسية التالية:

١- تسقط معظم الأمطار في بضع زخات قوية لاتدوم الواحدة منها إلا فترة قصيرة.

٢- نسبة الأمطار التي تسقط في يوم واحد مقارنة مع المجموع السنوي للأمطار تتفاوت من عام إلى آخر، ففي عام ١٩٨٧ سجل موقع رصد ترينا أعلى نسبة هطول بلغت (٨١,٦٪)، مع أن كميتها التي بلغت (٢٧,٢) ملم/الساعة لم تضاهِ في نفس العام ما سجله موقع رصد أم الأفاعي التي بلغت (٥٦,٢) ملم/الساعة، وبنسبة (٥٦,٧٪) من مجموع الأمطار البالغ (٩٩,٢) ملم، في حين بلغت أدنى نسبة عام ١٩٩٢ وسجلها موقع رصد أبوسمرة (١٤,١٪)، وتمثل كميته (١٧) ملم/ الساعة من مجموع الأمطار التي بلغت في نفس العام (١٢٠,٦) ملم، وهي تفوق - بالمقارنة - أعلى هطول سقط على موقع رصد ترينا والبالغ (٩,٨) ملم/ الساعة، إلا أن نسبته بلغت (٢١,٦٪) من مجموع الأمطار التي لا تساوي سوى (٣٧,٦٪) من أمطار أبو سمرة.

٣- تشير هذه الخصائص إلى مدى التفاوت ليس فقط على المستوى الزمني، وإنما على مستوى مواقع الرصد خلال فترة التسجيل المطري، وتؤكد على مدى العلاقة الارتباطية القوية بين حدة هذا التفاوت في الأمطار اليومية وبين العواصف المسببة لها، وذلك من حيث استمراريتها ووقت حدوثها.

٤- من خلال استعراض خريطتين لخطوط المطر المتساوية، إحداهما لأعلى هطول حدث خلال ٢٤ ساعة لعام ١٩٨٨، (خريطة رقم ٤-٤٤)، والأخرى لأعلى هطول حدث في ٢٤ ساعة عام ١٩٩٢ (خريطة رقم ٤-٤٥)، لتبين لنا مدى التفاوت الذي يمكن تلخيصه في النقاط التالية:

(أ) لم يتجاوز أعلى هطول عام ١٩٩٢ أكثر من (٦٠,٤) ملم/ اليوم، بغزارة (٢,٥) ملم/ الساعة، في حين بلغ في حدود (٩٨,٦) ملم/ اليوم عام ١٩٨٨، بغزارة (٤,١) ملم/ الساعة، أي بزيادة فاقت نسبتها (٦٣٪).

(ب) يلاحظ أن خطوط المطر المتساوية لعام ١٩٩٢ متباعدة من ناحية، وتخلو منها كثير من المناطق من ناحية ثانية، نظرا لتفاوت قيم أعلى هطول أو تماثلها، بينما تتزاحم نظيراتها في عام ١٩٨٨ وتتقارب لدرجة أنها تغطي معظم مساحة قطر، مما يوحي بمقدار التباين بين قيم أعلى هطول، ويظهر مدى التفاوت الذي يشكل أبرز خصائص الأمطار الجبهوية أو الانقلابية.

(جـ) من الملاحظات الجديرة بالاهتمام أن منطقة الوسط ممثلة في موقع رصد أم المواقع، وأقصى الطرف الشمالي الغربي ممثلا في موقع رصد مسيكة استقبلا عام ١٩٩٢ أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة، في حين تركز أعلى هطول على خريطة خطوط المطر المتساوية لعام ١٩٨٨ في وسط الجنوب الغربي، ويمثله موقع رصد العامرية، بينما تركز أدنى هطول في منتصف الساحل الغربي (أم باب) والطرف الشمالي الغربي (مسيكة).

(د) يبدو أن المنطقة الوسطى الممتدة عرضيا بين الدوحة ودخان تمثل عاملا مشتركا بين شمال قطر وجنوبها؛ لأنها تحتفظ بقيمها المرتفعة من الأمطار سواء أكانت شهرية أم فصلية، ولعل هذه الخصائص تشير إلى أن مواقع

أقل من ٢٠ ملم
من ٢٠-٣٠
من ٣٠-٤٠
من ٤٠-٥٠
من ٥٠-٦٠
من ٦٠-٧٠
من ٧٠-٨٠
من ٨٠-٩٠
من ٩٠-١٠٠
أكثر من ١٠٠ ملم
العاصمة
٣٠ ٢٠ ١٠ كم

مواقع رصد رئيسية
مواقع تسجيل مطر آلي
مواقع قياس مطر يومي

شكل رقم (٤-٤٤)

خريطة خطوط المطر المتساوي (أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة ملم) في شبه جزيرة قطر للعام ١٩٨٨

شكل رقم (٤ - ٤٥)

خريطة خطوط المطر المتساوية (أعلى الهطول خلال ٢٤ ساعة ملم)
في شبه جزيرة قطر لعام (١٩٩٤)

الرصد في هذه المنطقة تعتبر إحدى أهم المسارات شبه الثابتة للمنخفضات الجوية وخاصة تلك التي تتكون فوق وسط شبه جزيرة العرب، وملتقى الجبهات الهوائية المتباينة في خصائصها، بينما لا تنطبق هذه الصفات على الأجزاء الشمالية أو الجنوبية من قطر، نظرا للتباين الواضح في أمطارهما من عام إلى آخر، فخريطتا خطوط المطر المتساوية لعامي ١٩٨٨، ١٩٩٢ تشيران بشكل لا يدع مجالا للشك إلى مثل هذه الخصائص، فنلاحظ - مثلا - أن موقع رصد العامرية استقبل في عام ١٩٨٨ حوالي (٩٨,٦) ملم/ اليوم، بينما بلغت الكمية في عام ١٩٩٢ في حدود (١٧,٦) ملم/ اليوم، وبالمثل فإن موقع رصد مسيكة الذي يقع في الشمال الغربي سجل في عام ١٩٩٢ حوالي (٥٩,٢) ملم في اليوم، في حين لم يسجل في عام ١٩٨٨ سوى (٢٦) ملم/ اليوم.

(هـ) يتضح من (الخريطة رقم ٤-٤٤) أن الأمطار إلى الشمال من خط عرض الدوحة تتزايد في اتجاهين: **الأول**: نحو الجنوب الشرقي، **والثاني**: نحو الجنوب، أما في الوسط فإنها تتزايد من الغرب باتجاه الشرق وفي النصف الجنوبي تتركز بؤرة الأمطار في موقع رصد العامرية، وتشير خريطة خطوط المطر المتساوية لعام ١٩٩٢ إلى أن الأمطار تتناقص في اتجاهين، فإلى الشمال من طريق الدوحة - دخان، تتناقص الأمطار من الشمال الغربي باتجاه الجنوب الشرقي والجنوب، ومن منطقة الوسط تتناقص باتجاه الجنوب، وأن خط (٤٠) ملم يمثل حدا فاصلا بين التزايد نحو الشمال والشمال الغربي، والتناقص باتجاه الجنوب.

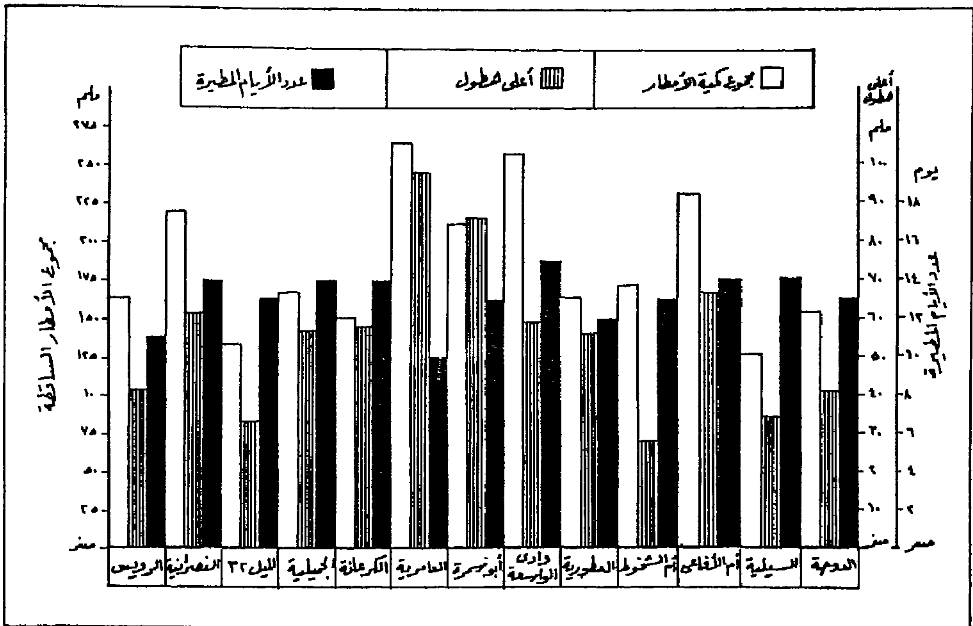
٥- من أبرز خصائص الأمطار اليومية أن المعدل العام لعدد الأيام المطيرة خلال فترة المقارنة (١٩٨٤-١٩٩٢) تختلف من موقع رصد إلى آخر في قطر، إذ يتراوح المعدل العام لعدد الأيام المطيرة في الجزء الشمالي من قطر ما بين (١٢,١-١٥,٣) يوما/ السنة، وتمثله مواقع رصد الرويس ومسيكة ورضة الفرس والماجدة، في حين يتناقص هذا المعدل بالاتجاه نحو الوسط والجنوب الشرقي، فيبلغ في وسط قطر بين (١١-١١,٦) يوما/ السنة في موقعي

العطورية وأم المواقع عـلى التوالي، ويـتراوح على السـاحل الشـرقي مـا بين (٦,٩-٢,١٠) يوما/ السنة، ممثلا بموقعي رصد الدوحة والوكير، وفي أقصى الجنوب الغـربي والجنوب يتـراوح مـا بين (٨,٣-٨,٧) يومـا/ السنة، ويمثله موقعا رصد أبو سمرة وسودانثيل.

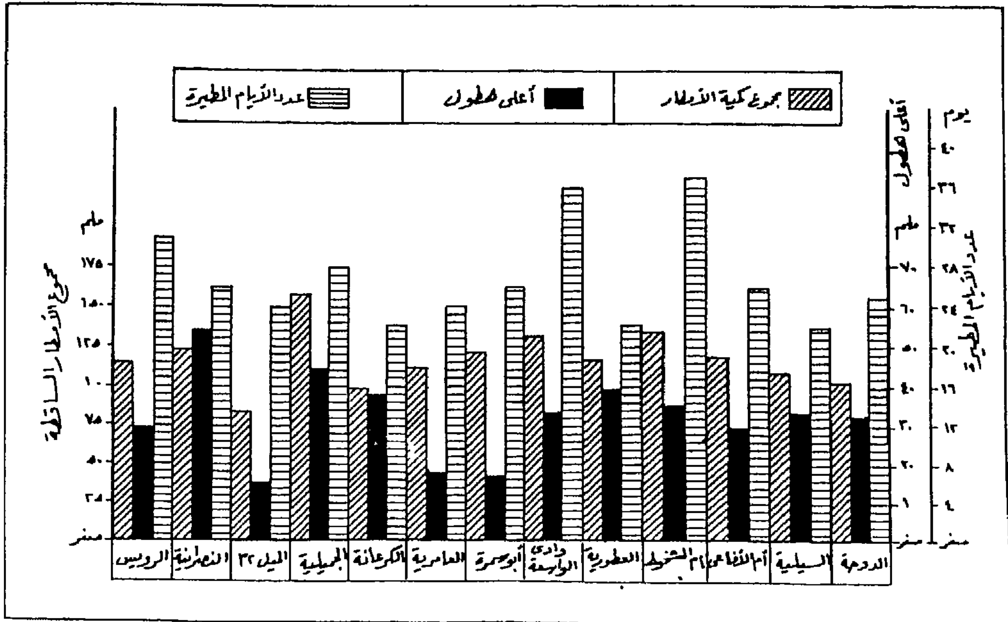
٦- من (الشكلين البيانيين رقمي ٤-٤٦، ٤-٤٧) الممثلين لمجموع كمية الأمطار، وأعلى هطول، وعدد الأيام المطيرة، نستخلص الخصائص التالية:

(أ) ليس شرطا أن توجـد علاقة بين كميـة الأمطار أو أعلى هطول في اليوم وبين عـدد الأيام المطيرة، وإن وجـدت فإنهـا عـلاقة ضـعيـفة قـد تبلغ (+٥١٢,٠، +٥٦٢,٠)، كما هو الحـال في العلاقة بين مجموع كـمية الأمطار وعـدد الأيام المطيرة في عـام ١٩٩٢، كـما أنه ليس شـرطا أن تكون العلاقة الدالية موجبة، فقد تكون بالإضافة إلى ضعفها أو انعدامها سـالبة، ويبـرهن على ذلك مـا نلاحظه من أن عـدد الأيام المطيرة عـام ١٩٨٨ في مـوقع رصد أم الشـخوط بلـغ (١٣) يوما/ السنة، سـقطت خلالها من الأمطار ما كميته (١٧١,٦) ملم، في حين بلغت عدد الأيام في موقع رصـد العامرية (١٠) أيام/ السنة، هطلت أثناءها كمـية بلغت (٢٦٣,٤) ملم.

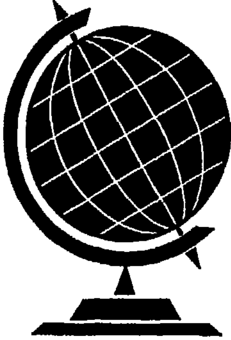
(ب) ويشير الشكلان إلى التبـاين الواضح بين كمية الأمطار وأعلى هطول، وبين عدد الأيام المطيـرة، فعدد الأيام المـطيرة عام ١٩٨٨ في مـوقع أم الأفاعي مثـلا بلغت (١٤) يوما/السنة، سـقطت خلالهـا كميـة من الأمطار بلغت حوالي(٢٢٨,٦)ملم، كان أعلى هطول في يوم واحد(٦٦,٨) ملم/اليوم، وبالمقارنة مع عام ١٩٩٢، يتبين أن عدد الأيام المطيرة في ذات الموقع بلغت الضـعف تقـريبـا (٢٦) يومـا، هطلت من الأمطار كـمـيـة لم تـتجـاوز (١١٨)ملم، منها (٢٩,٨) ملم في يوم واحد.



شكل رقم (٤-٤٦)
مدرجات العلاقة بين مجموع الأمطار وأعلى هطول خلال ٢٤ ساعة وعدد الأيام المطيرة في مواقع رصد مختارة لعام (١٩٨٨)



شكل رقم (٤-٤٧)
مدرجات العلاقة بين مجموع الأمطار وأعلى هطول خلال ٢٤ ساعة وعدد الأيام المطيرة في مواقع رصد مختارة لعام (١٩٩٢)



الفصل الخامس

جغرافية التربة والنبات الطبيعى في قطر

أولا: التربة في قطر.

ثانيا: النبات الطبيعي في قطر.

أولا: التربة في قطر: The Soil of Qatar

لعل الاهتمام بدراسة التربة القطرية بدأ فيما بعد عام ١٩٧٠، عندما أخذت دولة قطر على عاتقها بمساعدة برنامج الأمم المتحدة للتنمية، ومنظمة الأغذية والزراعة FAO إجراء مسح استكشافي للتربة بهدف التعرف على طبيعتها وخصائصها، وكونها موردا يعتمد عليه الإنسان القطري في إنتاج غذائه، وقد تبين أن أي توسع زراعي أفقي أو حتى رأسي يتطلب تقييما لموارد المياه الصالحة للري كما وكيفا؛ لأن هناك مناطق صالحة للزراعة وتحتاج إلى كميات ضخمة من المياه بمواصفات خاصة، كما توجد مناطق أخرى كثيرة المياه ولكنها ذات ملوحة عالية، ولهذه كذلك زراعاتها الخاصة، كل هذا من شأنه أن يوجه الجهود نحو اتخاذ الإجراءات الكفيلة بحماية التربة والحفاظ عليها، كي تفي باحتياجات السكان المتزايدة.

وعلى هذا الأساس سيتم التركيز في دراستنا لجغرافية التربة التي تعتبر نتاج كل من الظروف المناخية التي تتأثر بها قطر وتكويناتها الجيولوجية السطحية، وعاملا ذا قيمة في التعرف على الغطاء النباتي، على الجوانب التالية:

١- العوامل التي تتحكم في تكوين التربة القطرية وتوزيعها.
٢- تصنيف التربة القطرية تبعا لعوامل تكوينها ومناطق توزيعها.
٣- الخصائص الطبيعية والكيميائية لأنواع التربة القطرية.
٤- قطاعات التربة القطرية.
٥- تصنيف التربة القطرية تبعا لمقدرتها الإنتاجية.

١- العوامل التي تتحكم في تكوين التربة القطرية وتوزيعها:

The Factors Control the Formation and Distribution of the Soil

تخضع التربة القطرية في نشأتها وتكوينها إلى خمسة عوامل رئيسة، شأنها في ذلك شأن الترابات الإقليمية والعالمية، ويرجع الفضل في إبراز أهمية هذه العوامل للعالم البدولوجي «دوكتشتيف»، كما صاغ عالم التربة الأمريكي H. Jenny معادلة يوضح فيها عوامل تكوين التربة وهي كالتالي: S = f (CL, O.R.P.T) حيث تمثل هذه الرموز العوامل التالية: (Robinson, H. 1977, p. 78).

التربة: S: Soil، العوامل: f: Formers، المناخ: CL: Climate، العامل البيـولوجي: O: Organisms (Biological)، التضـاريس: R: Relief، المادة الأم (الأصلية): P: Parent Material، عامل الزمن: T: Time، فمن خـلال تفاعل هذه العوامل التي عملت على تفكيك الصخور وتفتيتها وتحليلها طبيعيا (ميكانيكيا) وكيميائيا وبيولوجيا كانت التربة، هذه العوامل هي:

(أ) التركيب الجيولوجي (المواد الأصلية Parent Materials):

التربة هي إحدى العوامل الطبيعية التي تؤثر بدرجة مباشرة على أنواع النشاط البشري بصفة خاصة، وتعتبر بحق نتاجا لتفاعل عاملين تفاعلا متوازيا في الأهمية، هما: عامل الصخور الأصلية (العامل الجيولوجي)، وعامل المناخ بعناصره المتعددة؛ لأن التربة القطرية في جـملتها تربة مـحلية موضعـية Residual Soil، إنما اشتقت مكوناتهـا بفـعل تفكك وتحلل الصـخـور التي تشكل سطح قطر، وهذا لا يدعـو بالضـرورة إلى أن نتـجاهل بعض التـربات المنقـولة Transported بفعل الرياح أو الأنظمة النهرية القديمة من المناطق المجاورة لقطر، وخاصة منطقة الدرع العربي.

فالتكوين الجيـولوجي ذو علاقة وثيقـة بنوع التربة في كل مناطق قطر، وهو العامل الرئيس الذي يساهم في تشكيل نسيج التربة (ملمسها)، وقوامها Texture، ويحدد مساميتها ومدى تشبعها بالمياه أو إنفاذها لها، حيث تتألف المفتتات الصخرية من أشكال متباينة وألوان مختلفة تبعـا لنوع التركيب الصخري السائد، فالتكوينات الجيـولوجية في قطر يغلب عليـها الصخر الجـيري Limestone، إذ تتميـز التربة باحتوائها على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) تقدر حسب العمق ما بين (١٧,٨٪) حتـى عمق (١٥) سم، (١٩,٥٪) حـتى عمق نصف مـتر تقـريبا (Eccleston, 1981, Table 4.1, p. 4/2)، فـتـمثل التـكوينات الجيـرية البـحـرية والطبقات المتـعاقبة من الطين الصفحـي والطين الجيري الدولومايتي غالبيـة صخور الحقب الـثالث Tertiary Era، في حين تمتد تكويـنات الحقب الرابع Quaternary Era التي تتشكل من رواسب السبخات والرواسب الرملية والجيرية والحصوية على طول السـواحل القطرية، وفـي مناطق مـحـدودة من الداخل، وعلى الحـدود مع العربية السعودية.

وعندما تتعرض التكوينات السطحية لفعل الأمطار الغزيرة، تجرف مياه السيول الرواسب الطينية والمفتتات الصخرية وتلقي بها داخل المنخفضات والأحواض المغلقة أو عند أقدام التلال الصخرية، كما هو الحال في النصف الشمالي من قطر، إضافة إلى ذلك تتواجد التربة الطينية في الجزء الجنوبي الغربي بين منطقة دخان وسودانثيل، وقد تم اشتقاقها من صخور الطين الجيري الإيوسينية والميوسينية، في حين تنتشر التربة الرملية في الجزء الجنوبي الشرقي من شبه جزيرة قطر.

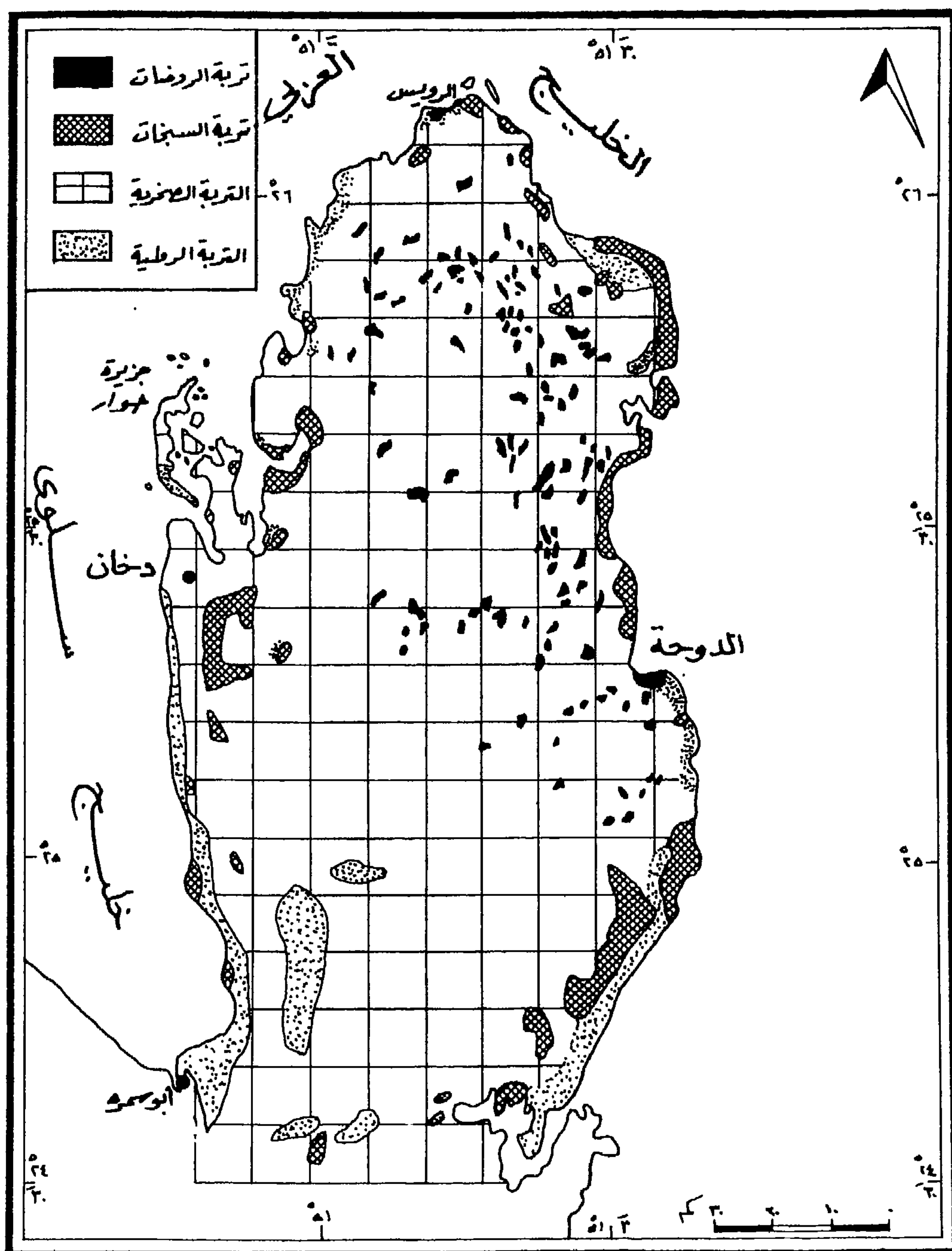
ومهما يكن من أمر فإن سطح قطر تكسوه أنواع متباينة من التربات تبعا لاختلاف التركيب الصخري وخصائصه، وعوامل التجوية **(خريطة رقم ٥-١)**، لذا يمكن التمييز بين الخصائص المختلفة للتربات القطرية - على سبيل المثال - من حيث قوامها وبنيتها ومدى مساميتها لعلاقة هذا بالتركيب الصخري، **فقوام التربة** يقصد به حجم الحبيبات التي تتألف منها هذه التربة، وهي تتفاوت في نسيجها من التربة الطفلية Loam (التربة الصفراء) التي تتكون غالبا من الصلصال والطمي والرمال، وتجمع مزايا كل من التربة الرملية والطينية دون مضارهما، فهي تربة هشة متوسطة الحبيبات تسمح بتسرب الماء عبر مسامها.

والتربة الطميية الصلصالية التي تتكون من حبيبات دقيقة يتراوح قطرها بين (٠٫٠٠٢ - ٠٫٠٢) مم (Clarke, 1974, p. 22) فتعمل على تماسكها وبالتالي يصعب إنفاذ المياه التي تبلغ معدلات تسربه فيها ما بين (١-٤) سم/ الساعة، ومن خصائصها أنها تتحول إلى كتل صلبة مندمجة إذا جفت وتبخرت المياه منها، أما إذا تشبعت بالمياه فتغدو طينا لازبا، لذا تعتبر من أصعب التربات استخداما في الزراعة، والتربة الرملية التي تتميز بنسيج رملي ذي حبيبات خشنة وكبيرة، وهو أمر له مغزاه الكبير في طبيعة إنفاذها للمياه، حيث تبلغ سرعة التسرب (٣٤)سم/ الساعة (UNDP/ FAO, 1973, P. 8)، وخاصة إلى التربة السفلية حيث تعمل على إذابة الطبقات الجبسية والانهيدرايت، فتتخلف إثر ذلك رواسب من الطين والغرين والرمل الناعم تغطي تربة الروضات.

(ب) عامل المناخ وخاصة عنصري الحرارة والمطر: Climate

وهو من العوامل النشطة، إذ تتأثر به التربات في قطر تأثرا مباشرا من بداية اشتقاقها من الصخور الأصلية Mother Rocks حتى آخر مراحل تكوينها، بل وفي





شكل رقم (٥ - ١)
خريطة توزيع الترابات القطرية (مُلَخَّصة)

أثناء تطورها، حيث تعتري التربة القطرية تغيرات مستمرة ودائبة إثر عمليات دينامية سواء أكانت طبيعية (ميكانيكية) أم كيميائية أم بيولوجية.

فالإشعاع الشمسي والحرارة في قطر من العناصر المناخية المهمة التي تؤثر بل وتعمل على سرعة تكوين التربة، ونظرا لافتقار قطر إلى الغطاء النباتي، فإن سطحها الصخري بما فيه التربة يستقبل ما نسبته (٦٠٪) من كمية الإشعاع الشمسي خلال الفترة الممتدة من إبريل حتى سبتمبر، وهي نسبة كفيلة بتسخين التربة التي تتراوح درجة حرارتها السطحية ما بين (٢٤,٨ْ-٣٢,٤ْ) مئوية، في حين تبلغ حرارتها على عمق (٥٠) سم ما بين (٢٥ْ-٣٣ْ) مئوية، ويوضح هذا ارتباط درجة حرارة التربة بحالة الإشعاع الشمسي وخاصة أن السماء في قطر صافية معظم أيام السنة.

ويرتبط عامل الحرارة بكمية المياه التي تفقدها التربة عن طريق التبخر، إذ تبلغ في الترابات المزروعة (١٤٠) مم/ اليوم، بينما تقل عن ذلك في حالة الترابات الرملية العارية Wet Bare Soils حيث تصل إلى (١٣٦) مم/ اليوم، كما أن المدى الحراري الواضح بين حرارة الصيف والشتاء من جهة، وحرارة الليل والنهار من جهة أخرى، من العوامل التي تساهم في تكوين التربة، حيث تؤدى إلى تمدد الصخور وانكماشها، Dilation فتتسع على إثرها الفراغات البينية للصخر، ومع توالي هذه العملية تفتح المجال أمام عوامل النحت الأخرى على تفتيت الصخور، فالحرارة - والحالة هذه - تعتبر عاملا مساعدا لبقية العوامل في تهيئة الظروف المناسبة لفعلها، وبهذا تتقشر سطوح الكتل الصخرية فيبدأ دور المياه الجارية والرياح في نقل مفتتات التقشر وبداية مراحل تكوين التربة، وبالتالي تنكشف الطبقات التحتية لتبدأ عملية تقشر ثانية، وهي ظاهرة شائعة الانتشار في قطر.

ومياه الأمطار من العناصر المناخية الفاعلة، فهي التي تؤدي إلى تحليل الصخور الأصلية وتفتيتها عن طريق العمليات الكيميائية، وتنحصر في قدرة مياه الأمطار التي تحتوي على نسبة من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، على إذابة مكونات الصخور عن طريق التفاعل الكيماوي، فتؤدي إلى تغير في خصائص التربة، كما أن المياه تذيب بعض المعادن وتحملها في أثناء تسربها إلى التربة التحتية Sub-Soil، وكثيرا ما تتراكم الأملاح وكربونات الكالسيوم على السطح وفي أسفل



الطبقة العليا من التـربة، نتيجة نقلها بواسطة المياه التي نفذت خـلال مسام التربة، إضافة إلى أن للمياه القدرة على استخلاص Eluviated بعض المفتتات الدقيقة عن طريق التحلـل كيمـيائيا أو بالتـصويل Leaching، وإما مـيكانيكيا كمواد عـالقة Suspension وتحملها إلـى طبقة التركيـز السفلى Illuvial من قطاع التربة، وعليه فإن التـربة السطحية تتكون نتيـجة ذلك من حبـيبات خشنة القـوام، بينما توصف الطبقة السفلية بأنها طبقة صماء، ولا يعني هذا أن تنفرد مياه الأمطار كعامل وحيد في تكوين التربة؛ وذلك بسبب ندرتها وتذبذبهـا إن جادت من عام لآخر، لذا فإن أثر مياه الأمطار، يبقى مرتبطا ارتباطا وثيقا بفصليتها التي لا تتعدى خمسة أشهر.

(جـ) العامل الطبوغرافي وعلاقته بالتصريف المائي: Topography

تبين من دراستنا لطبوغرافية قطر أن شبه الجـزيرة عبارة عن هضبة جيرية غير مستوية السطح، تميزها أشكال وظاهرات جيومورفولوجية مختلفة، من بينها العديد من الأحواض المغلقة والمنخفضات التي تغطي أرضيـاتها رواسب طميية وصلصالية ورملية، مـثلما نشاهد مـجموعـة من الأكمات والروابي ذوات السطوح المسـتوية والأحجـام المتباينة، عـلاوة على الحافـات الصخرية الصلبـة والجدر القـائمة التي أفرزتها عوامل التـحات والتعرية، وعلى الرغم من هذا التبـاين، فإن أقصى ارتفاع تصله بعـض التـلال المتناثرة والمنعـزلة فـي القـسم الجنوبي الغـربي من قـطر يبلغ (١٠٣)م، فقد قطعت أوصالها القلة من السيول المائية التي تتكون إثر كمية الأمطار المنهمرة على شكل رخـات قوية وقصيرة، فعملت المسل المؤقـتة على نحت التلال الجيـرية ولكن بدرجـات محـدودة؛ نظرا لتسـرب معظم الميـاه إلى الباطـن خلال الصخور التي تتـميز بمسامية عـالية، ومقدرة فائقـة على إنفاذ المياه، وبمرور الزمن ساهمت الجداول والمسل السطحية على جـرف ونقل الكثير من المفتتات والرواسب وإلقائها في المنخفضات والأحواض المغلقة على هيئة تربات، أضحت فيما بعد من أهم المناطق الزراعية والإنتاجية في شبه جزيرة قطر.

(د) العامل البيولوجي: Biological Activity

وينعت بالنشاط البيولوجي، لديناميكيتـه وفاعليته، إذ يحتل الرتبة التي تلي عامل المناخ في تكوين التربة، ويتركز دوره فـي نشاط الكائنات العضوية من نبات

وحيوان ومقدرتهـا على تفتيت الصخور السطحية وإعـدادها لفعل عوامل التشكيل الخارجية الأخرى، إذ تعمل النباتات ممثلة في جذورها الممتدة عموديا أو أفقيا داخل الطبقات الصخرية على تفكيكها وتفتيـتها خاصة في اللين منها، وفي منطقة يغلب عليها الطابع الصحراوي الجاف كقطر، تتوغل جذور النباتات نحو الباطن بحثا عن الرطوبة، لدرجـة أن ما يقدر بحـوالي (٨٠٪) من النباتات في الصـحاري الجـافة يكمن تحت الأرض (Bradshow et al., 1978, p. 260)، ليس هذا فـحـسب، بل تقوم الـنباتات بتزويـد التربة بالمواد العـضوية ذات الأثر الفـعال في بطء عمـليات التعرية والجرف، وهذه المواد تتحلل في التربة مكونة مادة الدبال Humus التي تزيد من خصوبتها.

ومن واقع الحياة النباتية، فإن هذه الخصائص تفتقر إليها التربة القطرية، لأن قطر تتميـز - كما أوضحنا سابقا - بملامح مناخـية تترك المنطقة فقيـرة في نباتاتها الطبيعية، لذا تبدو الأرض عاريـة، ولا يظهر أثر لغطاء نباتي بالمعنى الحقيقي، وإذا كان ثمـة نمو لأي نبات صـحراوي، فإنه يتـحقق في بعض المسـاحات التي تحظى بارتفـاع مسـتوى الماء البـاطني نتيـجة تكويـنها الحـوضي، ويطلق عليهـا محليـا «الروضات Rodhat»، ويعني ذلك أن تربة الروضـات تنمو فيـها بعض الأشـجار والحشائش القـصيرة، وهي على اختلاف أنواعـها وأحجامها لهـا آثارها الميكانيكية والبيوكيماوية على التربة، إلا أن دورها محدود للغاية.

ورغم وجـود القوارض وبعض الحـيوانات البـرية آكلة العشب، فـإن دورها ينحصر فـيما تقوم به من تهيـئة حُفَرٍ لها داخل الأرض، الأمـر الذي يساعد على تفكك الصخور وتفتتها، ومن ثم إعدادها لفعل عوامل التعرية التي تقوم بجرفها أو نقلها إلى الأراضي الواطئـة معلنة عن تكوين تربة قد تنمـو فيها بعض الأعـشاب والشجيرات الصحراوية الصغيرة.

(هـ) عامل الزمن: Time Former

ويمثل طول الفترة التي تعرضت لها المواد الصخرية الأصلية للعوامل البدولوجية حتى تم تشكيلهـا، إذ يعتبر من العوامل الـرئيسية في تكوين التـربة، وتحديد سمك آفاقها ودرجـة نضوجها، (محمـد صفي الدين أبو العز، ١٩٧٦، ص١٣٣). فعامل



الزمن كما جاء في كـتابات روبنسون (Robenson, 1978, p. 82) ضروري لتحـقيق نوع من التوازن بين العوامل البدولوجـية، سواء أكانت طبيعية أم كيـماوية أم أحيائية Biotic، لكي يتم تكوين التربة.

فالتربة في قطر غير ناضجة Immature Soil، لعدم حـدوث تغيرات كيماوية بدرجة كبيرة، كـما أن الكثير من معادنها لم يتحلل أو يتغـير بشكل يقربها أو حتى ينسبهـا للتربات الناضجة، بل هي في الحقـيقة عبارة عن صـخور مفتتة ومـحتفظة بمكوناتهـا وخصائصـها الأصلية نوعـا ما، وترجـمة ذلك يكمن في أن آفـاق التربة Horizons غير تامة التـكوين؛ لأن العمليات البدولوجية لم تعـمل بعد المدة الزمنية الكافية، ويظهر ذلك من واقع دراستنا - على سـبيل المثال - لسمك قطاعات التربة القطرية الذي يتـراوح معدله بين (٣٠ و ١٥٠) سـم لتـربة الروضات، ولايتـعدى (٣٠) سم للتربة الصخرية، في حين يبلـغ عمق قطـاع التربة الرملية (-١٢٠) سم، يستثـنى من ذلك قطاعات الكثبان الرمليـة التي تتراوح بين (٢ و ١٥)م (Madkour and Al-Shaikh, p. 11)، حيث يعكس هذا السمك حقائق تشير إلى أن التربات في قطر ما فتئت في حالة صراع مع العوامل البدولوجية.

يتفاوت عامل الزمن في تكوينه للتربة من نوع إلـى آخر تبعا لنوع الصخور، فالصـخور القطرية بصفة عـامة تختلف في درجـة صلابتها مـن التكوينات الرملية الكوارتزية شـديدة الصلابة، إلى الرمال الكلـسية الشـاطئية سـريعة التـفتت، إلى صخور الحجر الطيني المتماسكة، والصخور الجيرية الدولومايتية التي تشكل الحافات الصخرية، فقد يتطلب تكوين التربة مـن الصخور الصلبة وقتا طويلا، في حين يتم تكوينها في زمن قصـير إذا ما تشكلت الصخور من تكوينات لينة، تتـفاعل بسرعة وتستجيب للعوامل البدولوجيـة كما هو الحال في النصف الشمالي من قطر.

٢- تصنيف التربة القطرية تبعا لعوامل تكوينها ومناطق توزيعها:

تبين أن التربة في قطر ما تزال في مراحل تكوينها الأولى، بمعنى أنها تربات غيـر ناضجة؛ لأن الـعمليات الكيـميائيـة التي تتعـرض لها التربة غـير مـتواصلة وضئيلة، لمحدودية الأمطار فـي أيام معدودات وقلتها بصفة عـامة، علاوة على ما نجده من علاقـة وثيقة بين نوع التربة القطرية والصخـور الأصلية، وهذا يؤكد على

أهميـة دور العامل الجيولوجي في تقـسيم الترب التي يمكن الأخـذ به في حالة الترب القطرية، مع عدم إغفال دور العوامل البدولوجـية الأخرى، وفي مقدمتها الظروف المناخية (Donahue, 1958, P. 21-22) التي تعتبر العامل الفيصل في هذا المجال، كمـا أن القطاعات الرأسية للتربات لهـا خصائصها ومميزاتهـا في التعرف على أنواع التربات القطريـة، كل هذه العوامل خلقت وضعـا متشابكا في عـملية التصنيف الدقـيق وحتى في دراسة جـغرافية التـربات القطرية، ورغم ذلك يمكننا تصنيف التربات في قطر إلى الأنواع الآتية (خريطة رقم ٥-١) حسب الجدول:

جدول رقم (٥-١)(**)

توزيع أنواع التربات وسمك قطاعاتها ومساحتها ونسبها المئوية

نوع التربة	مناطق توزعها	سمك القطاع/سم	المساحة/كم٢	٪
تربة الروضات	المنخفضات	٣٠-١٥٠	٢٧٦	٢,٣٨
تربة السبخات	الأحواض المستنقعية المجاورة للساحل	٣٠-١٥٠	٧٠١	٦,٠٤
التربة الصخرية	معظم سطح قطر	١٠-٣٠	١٠١٩٦	٨٧,٨٢
التربة الرملية	الجنوب الشرقي	١٥٠	٣٦٢	٣,١٢
المناطق المزروعة	النصف الشمالي لقطر	-	٧٦(*)	٠,٦٤
مجموع مساحة التربات والمناطق المزروعة			١١٦١١	١٠٠

(**) المصدر. Modified From UNDP, FAO, 1973, Tech. Rep. No. 1, Table 1, p. 10.

(*) المصدر. المجموعة الإحصائية السنوية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص٢٢٢، ٢٢٣.

(أ) التربة الرملية الطينية: (تربة الروضات) Loamy Soil

وهي التي تغطي أرضيـة المنخفضات، بمسـاحة تمثل نسبتـها (٢,٣٨٪) من مساحـة التربات، وتتكون من مواد دقيـقة من الطمي الجيري المخـتلط بالصلصال والرمال أرسبـتها فوق سرير المناطق الحوضـية مجموعـة الجداول والمسل المائية إثر عمليات النحت التي قامت بها للمناطق المحيطة، مـتضافرة مع فعل الرياح كعامل حت وإرساب، وترتكز هذه التربات فوق تكوينات من كتل الحجر الجيري أو فوق

طبقات منه، وتتميز قطاعاتها الرأسية بقلة سمكها، إذ يبلغ عمق القطاع (١٥٠)سم، ويمكن أن نميز بين نوعين فرعيين من تربة الروضات:

أ/ ١: يمثل **النوع الأول** غالبية مساحة تربة الروضات التي تقدر نسبتها بحوالي (٩٩,١٪) ويتميز بنسيج يغلب عليه رواسب طمية صلصالية غرينية (سلتية)، مع وجود بعض العروق الجيرية المنعزلة، ويبلغ سمك قطاعه الرأسي بين (٣٠ و ١٥٠) سم، وينتشر في شمال قطر، ولا يتعدى توزيعه الأفقي طريق «الدوحة - أم باب»، ويتركز بصفة خاصة حول منطقة «أم المواقع» 'Umm El Mawaq، وهي تربة متوسطة القوام، ذات تصريف مائي جيد، لذا تعتبر من أجود أنواع الترب القطرية للزراعة.

أ/ ٢: أما **النوع الثاني** فيشكل (٣٩,٠٪) فقط من مساحة تربة الروضات، هذه التربة تتراكم فيها الرواسب الطمية الرملية أو الطمية الصلصالية في الطبقات العليا، وتكون حيث يقل المطر عنه في مناطق النوع الأول، وتتوزع بشكل واضح على جانبي طريق «الدوحة - أم باب»، وتمتد من أم الشبرم شرقا حتى أمهات العنز غربا Ummahat El Anz، كما تلاحظ متواجدة إلى الشمال من الكرعانة بين روضة الأرنب وطريق «الدوحة - أبو سمرة»، علاوة على المناطق المحصورة بين الكرعانة في الشمال الغربي والخرارة في الجنوب الشرقي، وأقصى امتداد لهذا النوع يصل إلى القصيرة، حيث يرى منتشرا في منطقة ترينا، ولهذا التوزيع المكاني أثره على اختلاف خصائص النوعين، إذ يغلب على النوع الثاني قوام التربة الرملية التي تتميز بأنها أكثر قابلية لإنفاذ المياه من النوع الأول، ويعزى ذلك إلى كبر حجم ذراتها، علاوة على أن سمك قطاعها الرأسي الذي لا يزيد على (٣٥) سم تغطيه طبقة رملية جلبتها الرياح السائدة وأرسبتها في تلك المواقع بحيث يبلغ عمقها بين (١٠ و ١٥) سم، ولا شك إذن أن يكون النوع الثاني من تربة الروضات أقل ملاءمة للإنتاج الزراعي من قرينه الأول.

(ب) التربة الطميية اللومية: (تربة السبخات) Loamy Silty Soil

وأهم ما يميز هذه الترب أنها تفتقر إلى المواد العضوية Organic، وتتراكم فوق سطحها طبقة رقيقة من الأملاح نتيجة تبخر المياه (Jewitt, 1966, p. 153)،

يمكن أن نطلق عليها تعبير «تربات ملحية البُنْيَة Halomorphic Soils» ويتباين قوام تربة السبخات ما بين الطمي الصلصالي الجيري ذي الحبيبات الدقيقة والطمي الرملي الخشن، كما تحتوي هذه الترابات على بقايا أصداف Shells وقواقع Snails، وتنقسم إلى نوعين تبلغ نسبة مساحتيهما (٦,٠٤٪).

ب/١: **فالنوع الأول** ذو نسيج طمي صلصالي جيري، يختلط برواسب جبسية، توجد متراكمة كطبقة رقيقة فوق سطح التربة، فضلا عن أن التربة التحتية تتكون من صلصال رمادي اللون، نتيجة انعدام نشاط عوامل التعرية الهوائية التي حددت من فاعليتها مستويات المياه الباطنية القريبة من السطح، ويبلغ سمك قطاعها ما بين (٣٠ و ١٥٠) سم، ويلاحظ أن هذا النوع يغطي منطقتين: تقع **المنطقة الأولى** على الساحل الشمالي الشرقي بالقرب من الخور، وتمتد بين الذخيرة وسمسمة، يفصلها عن الساحل شريط يشكل النوع الثاني من تربة السبخات، بينما توجد **المنطقة الثانية** على الساحل الغربي، وتتركز في دوحة فيشاخ ببير الحصين، ويمتد جزء منها إلى الشرق من زغين البحث، وهذا النوع من تربة السبخات لا يقتصر على المنطقتين السابقتين، بل يتضح أنه ينتشر في أقصى شمال غرب البلاد، وذلك في مناطق الجفارة والجميل والثغب والعريش وإلى الشمال من أم الماء وخاصة في منطقة الجغبي Al Jaghbi، ويغطي رقعة تبلغ نسبتها (٥٦,٠٪).

ب/٢: أما **النوع الثاني** فيعكس أثر بعض خصائص البيئة المحلية كالسطح ونوع الصخور والظروف المناخية، ويتمثل ضمن تكوينات الزمن الرابع الجيولوجي، وتبلغ نسبة مساحته (٤٨,٥٪)، وهو ذو نسيج طمي رملي جيري أو رملي طمي أو رملي، يتراوح عمق قطاعه ما بين (٤٥ و ١٠٠)سم، وكثيرا ما تتراكم الأملاح فوق سطح التربة، وتشاهد مثل هذه الترابات على طول السواحل القطرية، إلا أنها تتركز بصفة خاصة في سبخة دخان، وتوجد متناثرة في شبه جزيرة أبروق، وإلى الجنوب من قرن أبو وائل، وسبخة سودانثيل في جنوب قطر.

وعلى طول الساحل الشرقي، يمكن تتبع تربة هذا النوع من أقصى الشمال، حيث تغطي بقعا متناثرة تحيط بمدينة الشمال وموقع الرويس، وتمتد شرقا حتى بلدة



المفجر ومنطقة الغارية، ومن الجساسية حتى الذخيرة تفصلها أحيانا تكوينات رملية كلسية عن خط الساحل، وإلى الجنوب من سمسمة تمثل شريطا ضيقا يمتد على طول الساحل حتى مدينة الدوحة، ثم تختفي لتظهر ثانية إلى الجنوب من «أم الحول»، ثم يتسع انتشار هذا النوع في منطقتين: **الأولى**: إلى الجنوب من مسيعيد ليشمل منطقة الشقراء، **والثانية**: في منطقة النقيان.

(جـ) التربة الصخرية: Lithosol Soil

وهي من الترب الهيكلية Skeletal Soils اللاطبقية Azonal التي لم يكتمل تطورها بعد، كما تفتقر إلى مقطع كامل النمو، ويرجع ذلك إما لحداثتها أو لأن الصخور الأصلية وانحدار السطح كانا من العوامل التي حالت دون إتمام مراحل تكوينها، وعلى العموم يشمل هذا النوع مجموعتين ثانويتين هما:

جـ/ ١: تمثل **المجموعة الأولى** تربة حديثة نسبيا، وتتميز بقلة سمكها، واقتصار قطاعها الرأسي على (٣٠) سم فقط من رواسب طميية رملية جيرية تغطيها مفتتات صخرية لم تتعرض لعمليات التفكك، وترتكز فوق طبقة من الحطام الصخري Rock Debris، تليها إلى أسفل طبقة صخرية من الحجر الجيري الذي يشكل الصخور الأصلية، وتبلغ نسبة مساحتها (٨٢,٤٠٪) من المساحة الكلية، لذا تغطي معظم مساحة شبه الجزيرة، وتنتشر بصفة خاصة فوق سطوح الهضاب Plateaus التي تشكل إحدى ظاهرات السطح في قطر.

جـ/ ٢: أما **المجموعة الثانية** فتحتل نسبة مساحية تقدر بحوالي (٤٢,٥٪)، وتشغل المنحدرات التلالية، وتتكون من المفتتات الصخرية وركام السفوح بأحجامه المختلفة، ويمكن ملاحظة هذا النوع في وسط وجنوب شبه الجزيرة، ويتوزع على وجه الخصوص على طول الساحل الغربي من الفحيحيل شمالا حتى قلعة على بن سعيد جنوبا، ويضم مواقع أم باب وجليحة والخرايج والنخش، يخضع النمط التوزيعي بعد النخش لاتجاه قبة دخان التي تنحرف نحو الجنوب الشرقي، ويوجد متناثرا فيما بين الحورية شمالا والمشاش جنوبا، تحده من الغرب تكوينات رملية تفصله عن وادي الذياب، فضلا عن ذلك فإنه يمتد إلى الجنوب من طريق «الدوحة - سلوى» فيما بين وادي جلال والعامرية بحيث تفصله عن منطقة الخرارة بعض تربات الروضات، وتكوينات **النوع الأول** من التربة الصخرية، كما يوجد في منطقة طوار الحريثي، وهذا النوع الذي يرتبط بمناطق قطر المرتفعة غير صالح للزراعة.

(د) التربة الرملية: Sandy Soil

وهي إما أن تكون تربات منقولة بواسطة الرياح، أو ترسبات بحرية شاطئية، كما أنها تربة لا طبقية حيث لا تتمثل بها جميع المستويات التي تميز التربات النطاقية Zonal Soils (Bunting, 1967, p. 117)، ويبلغ سمك قطاعاتها الرأسية (١٥٠) سم، وتنتمي لها مجموعتان:

د/ ١: **فالمجموعة الأولى يطلق عليها التربة الرملية الهوائية** Aeolian Sandy Soil وتتكون من رمال خشنة مختلطة برواسب جيرية أو من رمال كبيرة الحبيبات تحتوي على نسبة من الطين، وترجع في أصولها إلى مصدر صحراوي أو بحري، وتتميز بخلوها من الأملاح، وأنها جيدة الصرف، يمكن لمياه الأمطار أن تتسرب خلالها بسرعة، وتمثلها بعض التجمعات الرملية التي تفترش السطوح الصخرية في الجزء الجنوبي من شبه جزيرة قطر.

د/ ٢: **أما المجموعة الثانية فتتمثل في** التربة الرملية الأوليتية Oolitic Sandy Soil أي تربة الرمال البحرية Marine Sandy Soil، ويغلب عليها اللون الأبيض نتيجة اختلاطها برواسب كلسية بحرية، وكانت آخر الإرسابات التي تشكلت على إثرها سواحل قطر، لذا تتوزع على طول الساحل القطري ومجاورة له، وتتميز بقطاع رأسي عميق يزيد على (١٢٠) سم، ويتألف هذا القطاع من رمال كلسية بيضاء ذات ذرات خشنة Angular تحتوي على بعض بقايا القواقع والأصداف البحرية التي ترسبت في بحار ضحلة، ونظرا لامتدادها وانتشارها على طول الساحل فإنها تبدو سيئة الصرف لتشبعها بمياه المد العالي، وارتفاع مستوى الماء الباطني، لهذا كله فإنه من غير المحتمل أن تتحول إلى تربة صالحة للزراعة، ومن الجدير بالذكر فإن هذه المجموعة تتركز بشكل واضح في جنوب شرق قطر حيث النقيان.

٣- الخصائص الطبيعية والكيميائية لأنواع التربة في قطر:

The Physical and Chemical Properties of the Soil of Qatar

(أ) الخصائص الطبيعية (الفيزيائية):

لايتوقف استخدام التربة الزراعية على خصائصها الكيميائية أو على عناصرها المخصبة فحسب، بل لابد من توافر مميزات طبيعية للتربة تتمثل في قوام التربة وبنيتها ولونها وسمك قطاعاتها، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٥-٢)

الخصائص الطبيعية لأنواع التربات في قطر(*)

النوع	رقم القطاع	العمق/ سم	صلصال٪	طمي٪	رمل٪	$CaCO_3$	قوام التربة
أ/١	١٤	صفر-٣٠	٥٥	٣٥	١٠	٢٩	صلصالي
	١٨	صفر-٧٥	٣١	٣٠	٣٩	٣٢,٨	لومي صلصالي
	١٩	صفر-٥٠	٤٨	٤٢	١٠	٣٧,٥	صلصالي طمي
	٢١	صفر-٦٠	٤٢	٤٥	١٣	٣٣,٣	طمي صلصالي
	٢٣	صفر-٤٠	٤٥	٤٢	١٣	١٩,٧	صلصالي طمي
	٢٤	صفر-٥٠	٥٢	٣٦	١٢	١٨,٤	صلصالي
	٣١	صفر-٨٠	٢٤	٦٤	١٢	٣٦,٧	لومي طمي
	٤٢	صفر-٦٠	٣٦	٤٠	٢٤	٣٧,٣	لومي صلصالي
	٤٩	صفر-٥٠	٥٥	٣٣	١٢	٢٥,٧	صلصالي
	٥٠	صفر-٥٠	٢٤	٤٤	٣٢	٥٦	لوم (طمي رملي)
	٦٧	صفر-٤٠	٥٣	٣٩	٨	٣٦	صلصالي
	٦٩	صفر-٨٠	٤٨	٤٤	٨	٣٥,١	صلصالي طمي
	٧٤	صفر-٤٠	٣٥	٥٥	١٠	٣٥	لومي صلصالي طمي
	٩٧	صفر-٤٠	٢٨	٤٤	٢٨	٤٣	لومي صلصالي
	١٢٠	صفر-٣٥	٤٠	٤٤	١٦	٣٤	لومي صلصالي طمي
	١٣٨	صفر-٤٠	٢٢	٢٤	٥٤	٥١	رملي لومي صلصالي
	٢٢٦	صفر-٦٠	٣٦	٢٦	٣٨	٣٧,٢	لومي صلصالي
أ/٢	٢٣٦	صفر-٤٠	١٣	٢٣	٦٤	٢٦,١	رملي لومي
	٢٤١	صفر-٤٠	١٩	٢٦	٥٥	٣٧	رملي لومي
	٢٥١	صفر-٤٠	٨	٤	٨٨	٢٤,٩	رملي لومي
	٢٧٢	صفر-٧٠	٩	٨	٨٣	٢٣,٩	رملي لومي
	٢٧٥	صفر-٣٠	١٧	٣٥	٤٨	٣٠,١	لومي
	٤٥٩	صفر-٢٠	٩	٨	٨٣	٢١	رملي لومي
ب/١	٤	صفر-٢٠	٢٧	٢٤	٤٩	٢٥	رملي صلصالي لومي
	٥	صفر-٤٠	٥٤	٢٥	٢١	-	صلصالي
	١٢١	صفر-٥٠	٤٠	٥٠	١٠	٦٩	طمي صلصالي
	١٦٧	صفر-٣٠	٤	٥٠	٤٦	٢٥,٥	طمي لومي
ب/٢	٢١٨	صفر-١٢٠	٧	١	٩٢	٢٥,٤	رملي
	٣٣٩	صفر-٢٥	٦	٦٢	٣٢	١٨,٦	طمي لومي
	٣٤٠	صفر-٩٠	١	٢	٩٧	١٦,٥	رملي
جـ/١	٣٢١	صفر-١٥٠	٦	٤	٩٠	١٢,١	رملي
	٣٢٢	صفر-١٥٠	٣	٤	٩٣	٢٣,٧	رملي
	٤٠٥	صفر-٥٠	١	٤	٩٥	٢١,٤	رملي
	٤٥٥	صفر-٣٠	٣	٤	٩٣	١٤,٢	رملي
	٤٦٢	صفر-٧٥	٤	٥	٩١	١٥	رملي

(*) المصدر: UNDP, FAO, 1973, Tech. Rep. 1, Tabl 6, PP. 48-50.



١- قوام التربة: Soil Texture

يختلف حجم الحبيبات التي تتكون منها التربة القطرية من نوع إلى آخر، فالتربة الصخرية يتوقع أن تتكون من بقايا حجرية ذات أحجام كبيرة، كالحصى والحصباء وفي أحيان أخرى من بعض المفتتات التي تميزها زوايا حادة، ولذا تتصف بنفاذية عالية، مما يجعل من غير الممكن استخدامها في الزراعة، أما **التربة الرملية الطينية (تربة الروضات)** فهي ذات قوام متوسط، تتكون من ذرات ناعمة من الطين (صلصال) والغرين والرمل، بنسب تتراوح ما بين (٢٢-٥٥٪) للصلصال و(٢٤-٥٥٪) للطمي و(٨-٥٤) للرمل.

ويبدو أن هذا التباين سواء كان بالزيادة أو النقصان يرتبط بموقع القطاع (العينة)، فإذا ما كان القطاع قريبا أو ممثلا لمنطقة حوضية تحيطها تلال مرتفعة تنحدر منها تفيض بالماء مائية وقت سقوط الأ مطار، فإن قوام التربة تغلب عليه الرواسب النهرية (إذ جاز لنا التعبير)، ناعمها وخشنها، أما إذا كانت في موقع نادر الأمطار، عديم السيول، مجاور لمصدر رملي، فإن السيطرة تكون للرياح التي تسفي الرمال والمفتتات الدقيقة إليها، فتزيد من نسبة الرمال التي تطغى على قوام التربة، ومهما يكن فإنها تعتبر بحق أفضل أنواع التربات في قطر صلاحية للزراعة، وتشبه التربة الصفراء في مصر.

أما **التربة الطمية (الغرينية) الصلصالية (تربة السبخات)**، فهي دقيقة القوام؛ لأنها تتكون من نوعين إرسابيين يتميزان بشدة تماسكهما، وقلة مساميتهما، وبالتالي عدم نفاذيتهما للمياه، أضف إلى ذلك احتواء التربة على مواد كلسية بحكم مجاورتها للبحر مما يُحَمِّلها عبئا آخر يتمثل في الأملاح التي ترصع في كثير من الأحيان سطح التربة، ويبدو أن مكوناتها تتفاوت ما بين (١-٥٤٪) للصلصال و(١-٥٠٪) للطمي و(١٠-٩٧٪) للرمل، ولعل الحدود العليا للنسب تخضع كما أشرنا لموقع العينة من مصدر الراسب، فزيادة نسبة الرمال توحي بموقعها المتاخم للساحل أو محاذية له، في حين أن مكونات التربة في سبخة دخان تزداد فيها نسبة الصلصال على حساب نسبة الرمال، يختلف الوضع بالنسبة للتربة الرملية النقية نوعا ما، إذ تتألف من رمال حبيباتها خشنة، تسمح بتسرب المياه خلالها، لذا لاتصلح للعمليات الزراعية إلا إذا عولجت بتكوينات صلصالية وطينية.

٢- بُنية التربة: Soil Structure

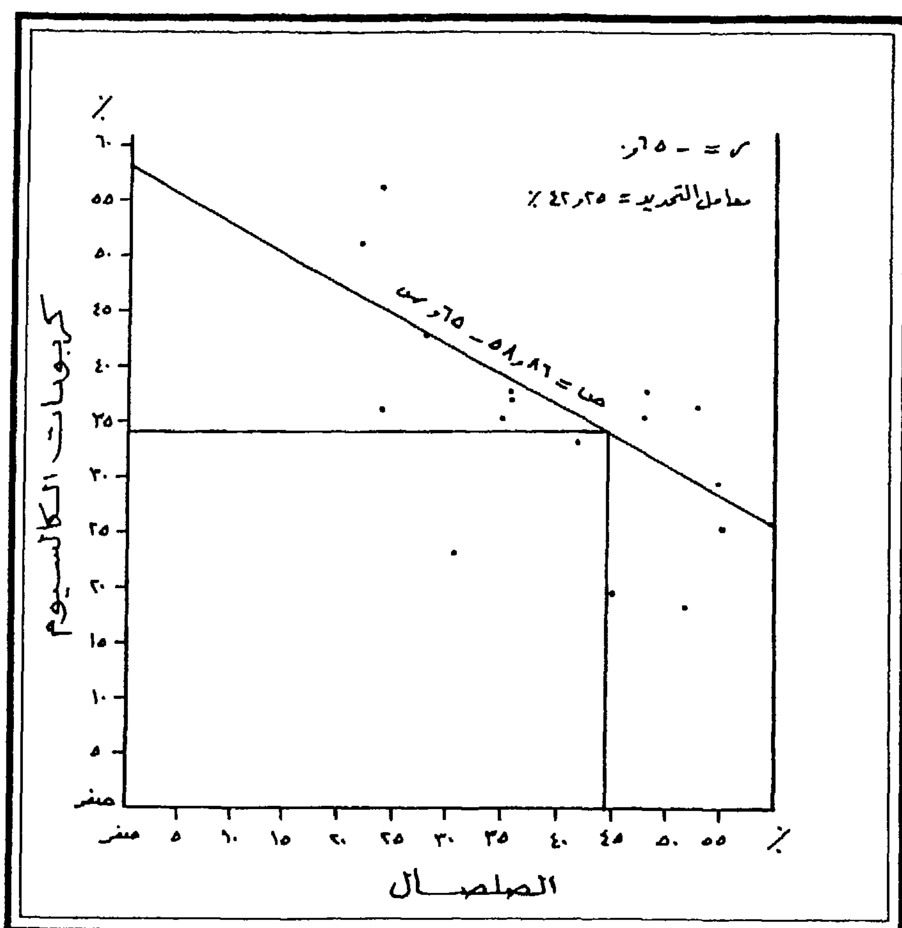
تعتمد هذه الخاصية على الدرجة التي يتم فيها ترتيب حبيبات التربة، فيقلل من حدة تماسكها وثقلها ويجعلها في وضع جيد لإنفاذ المياه الذي يبلغ معدلها (٣٤) سم/الساعة، ونسبة رطوبتها تتراوح ما بين (١,٥٧ و ٢,٦٢٪) (Babikir, A., 1985, Table 2)، إذ نلاحظ أن تجمع حبيبات الرمل في التربة الرملية التي تنتشر قريبة من السواحل القطرية ليس له نظام أو ترتيب معين، يختلف الحال في التربة الطينية، إذ تميزها بنية شبه زاوية Subangular في الآفاق العلوية، وكتلية Massive متماسكة في الآفاق التحتية، ولما كانت مكونات هذه التربة دقيقة، فلا غرابة إذن أن تحد من تسرب المياه لتماسكها الشديد، حيث تبلغ معدلات التسرب بين (١ و ٤) سم/الساعة، ونسبة الرطوبة بين (٩,٢١ و٢٥ , ١٠٪) كما ذكر بابكر، هذه الخصائص تنعكس آثارها على الشكل العام لبنية التربة، ومدى ملاءمتها للعمليات الزراعية، ومقدرتها الإنتاجية، فيصبح من السهل التعامل معها ومعالجتها.

٣- لون التربة: Soil Colour

يتفاوت لون التربة القطرية تبعا لما يدخل في تركيبها من مواد عضوية ومعدنية متباينة، فمنها ما يتميز باللون البني أو الأحمر، وهي مؤشرات لما تحتويه التربة من أكاسيد حديدية ونحاسية، فإذا انخفضت أو تناقصت نسب الحديد غدت التربة بلون رمادي، أما المواد العضوية والنيتروجين فيكسب التربة اللونين البني والأسود (Cox, et al., 1977, p. 50)، ومنها ما يشتمل على نسب قليلة من رواسب كربونية تبدو على هيئة مواد عضوية متحللة، تضفي عليها اللون القاتم.

وعلى العموم، فإن الترباتت في قطر تتأرجح بين البني الفاتح، والبني الأصفر، والرمادي، ولهذه الخصائص علاقة بمراحل تطور التربة ونضوجها ومدى تحولها، إضافة إلى اللون الأبيض الذي يدل على وجود مواد كلسية أو جيرية غنية بالأملاح، ومهما يكن فإن لون التربة ليس دليلا - في حد ذاته - على خصوبتها.

ومن خلال دراسة (**شكل رقم ٥-٢**) الذي يوضح **العلاقة الدالية** بين عناصر الخصائص الطبيعية يتبين التالي:



شكل رقم (٥ - ٢) شكل العلاقة بين نسبة الصلصال وكربونات الكالسيوم

١- يبدو واضحا أن العلاقة الارتباطية بين نسبة الصلصال ومحتوى التربة من كربونات الكالسيوم علاقة سالبة، ويبلغ معامل الارتباط (-٦٥, ٠) بمعنى أن أية زيادة في نسبة الصلصال تؤدي إلى تناقص المحتوى من كربونات الكالسيوم، ورغم أن العلاقة العكسية بينهما تبدو قوية، إلا أنها تتأثر بسلوك عوامل عديدة دليلها تبعثر النقاط وبعدها الرأسي عن خط الانحدار، ولعل العامل الرئيس يتمثل في المياه التي تذيب ما تحتويه تربة الروضات من بيكربونات الكالسيوم الناتجة من تفاعل كربونات الكالسيوم مع الأكسجين، تماثلها في ذلك العلاقة السالبة بين نسبة الرمل والمحتوى من كربونات

الكالسيوم، إلا أنها عـلاقة ضعيفة جدا، وينطبق ذلك على العـلاقة بين نسبة الطمي والمحتوى من كربونات الكالسيوم، مع الاختلاف المتمثل في أن العلاقة الأخيرة طردية (موجبة).

٢- أما العلاقـة بين عمق قطاع التربة وقوامها ممـثلا في الصلصال والطمي والرمل فيوضحه الجدول التالي:

جدول رقم (٥-٣)

العلاقة بين عمق القطاع وقوام التربة

رقم العينة	الموقع	المتغير (س)	المتغير (ص)	معامل الارتباط	معادلة خط الانحدار
٢٣	النعمان	العمق	الصلصال	- ٠,٦٨	ص= ٦٣,٢٩٧ = ٠,٢٥٨ س
		العمق	الطمي	- ٠,٩٢	ص= ٥٧,٨٧٩ = ٠,٣٠٢ س
		العمق	الرمل	+ ٠,٨١	ص= ٠,٥٦٠ س = ٢١,١٧٦
٤	الثغب	العمق	الصلصال	+ ٠,٧٧	ص= ٠,٢٦٣ س + ١٤,٤٢٤
		العمق	الطمي	+ ٠,٦٤	ص= ٠,١٠٢ س + ١٧,٣٩٠
		العمق	الرمل	- ٠,٧٣	ص= ٦٨,١٨٦ - ٠,٣٦٤ س

ومن الجدير بالملاحظة أن العـينة رقم (٢٣) تمثل التـربة الرملية الطينيـة (تربة الروضات)، بينـما تندرج العينة رقم (٤) تحت التربة الطمـيية اللومـية (تربة السبخات)، حيث يتبين أن إشارة العـلاقة بين العمق وكل من المتغيرات الثلاثة في العـينتين (حسب النوع المماثل) مخـتلفة، ففي الـعينة (٢٣) عكسـية في الصلصال والطمي، طردية في الرمل، يحدث النقيض في العينة (٤)، إذ تبدو طردية في الصلصـال والطمي، عكسـية في الرمل، وربما يعـزى ذلك إلى أن عـملية ترتيـب الأنواع في تربة الروضات تـتأثر بعـمليـات العزق والحـرث، وحرص القائمين على الزراعة بأن تكون كمية الرمال التي تتم إضافتها لتعديل قوام التربة في الطبقات الدنيا، لتـمكن جذور المزروعات بأنواعها المختلفة من التوغل بسهولة رأسيا داخل التربة، كي تثبُت وتقاوم ومن ثم تصل إلى مواطن الرطوبة، وهي في تربة السـبخات تتـأثر بكميات الرمـال التي تسفيـها الرياح

وتلقي بها على السطـح بشكل ربما يكون أكثر انتظامـا في التوزيع من المناطق المزروعة، لكون الأخيرة يحميها سياج من الأشجار تتجمع الرمال حولها على شكل نبكات Sand Shadows.

٣- تتمثل أقوى العلاقات الدالية في التربة الرملية الطينية (تربة الروضات)، إذ تبلغ بين العـمق والطمي (-٩٢, ٠)، وبين الـعمق والـرمل (+٨١, ٠)، ويعني في الحالة الأولى تناقص نسبة الطمي مع تزايد العمق، ووقوع الكثير من القيم على خط الانحدار أو اقـترابها منه، بعكس الحـالة الثانية التي - إضـافة إلى تأثرها بعوامل أوضح، وتبعـثر عدد أكبر مـن القيم وعدم ملازمتـها خط الانحدار - تتزايد مع تزايد العمق للأسباب الاحتمالية التي أوردناها في البند السابق.

٤- تنحصر أدنى العلاقـات الدالية في التربة الطميية اللوميـة (تربة السبخات) بين العمق والطمي (+٦٤, ٠)، وفي التـربة الرملية الطينيـة (تربة الروضات) بين العمق والصلصال (-٦٨, ٠)، وتؤكد هذه القيم على أنها أكثر تبعثرا وشذوذا عن خط الانحدار، والتي تعكس مدى التـأثر بالعديد من العوامل مما أدى إلى ضعف العلاقة، هذه العـوامل ربما يمثلها العامل الجيولوجي (عـملية الترسيب والتطور)، والعامل المناخي (الرياح) والعامل البشري خاصة في الثانية.

(ب) الخصائص الكيميائية: Chemical Properties

لعل التباين في الخصائص الكيميـائية للتربات القطرية لا يظهر بنظرة عامة، وإنما ينكشف من واقع استعراضنا للجدول التالي:

جدول رقم (٥-٤)(*)

الخصائص الكيميائية لأنواع التربات في قطر

نوع التربة	رقم العينة	عمق القطاع سم	نسبة التشبع	PH	ملوحة التربة ميكروموز/ سم	الأملاح المذابة/ ملليجرام/ لتر HCO_3 (بيكربونات)
الرملية الطينية	١٨	صفر-٧٥	٣١	٨	١,٣	١,٧
	٢١	صفر-٦٠	٥٢	٨	٠,٤	١,٠
	٢٣	صفر-٤٠	٤٢	٨,١	٠,٥	١,٦
	٢٤	صفر-٥٠	٤٢	٨,٣	٢,٠	١,٦
	٤٢	صفر-٦٠	٤٤	٨,٣	٣,٠	١,٤
	٤٩	صفر-٥٠	٣٧	٨,٤	٠,٤	١,١
أ/١	٥٠	صفر-٥٠	٤٣	٨,١	٠,٤	٠,٩
	٦٩	صفر-٨٠	٤٥	٨,٤	٠,٧	١,٨
	٧٤	صفر-٤٠	٤٤	٨,٣	٠,٩	٢,٠
	١٢٠	صفر-٣٥	٥٢	٨,١	٠,٨	١,٢
	١٣٨	صفر-٤٠	٣٤	٨,٢	٢,٣	١,٢
	٢٢٦	صفر-٦٠	٣٨	٨,٠	٠,٧	١,٠
	٤٢١	صفر-٣٥	٢٣	٨,٣	٠,٨	١,٧
	٤٣٥	صفر-١٠٠	٤٦	٨,٠	٠,٧	١,٨
	٤٤٥	صفر-٥٠	٣٥	٨,١	٠,٤	١,٤
	٢٣١	صفر-١٠٠	٣٨	٧,٨	٢,٥	١,١
	٢٣٦	صفر-٤٠	٢٥	٨,٠	١,٠	٠,٩
	٢٤١	صفر-٤٠	٢٥	٨,٠	٠,٦	١,٤
	٢٥١	صفر-٤٠	٢٤	٨,١	٠,٩	٠,٦
	٢٦٦	صفر-٦٠	٢١	٨,١	٠,٥	١,٢
أ/٢	٢٦٨	صفر-١١٠	٢١	٨,١	٠,٥	١,٢
	٢٧٢	صفر-٧٠	٢١	٨,١	٠,٧	١,٦
	٢٧٥	صفر-٣٠	٣٥	٨,٠	٠,٩	٢,١
	٤٢٨	صفر-٦٠	٣٦	٨,١	٠,٥	١,٨
	٤٥٩	صفر-٢٠	٢٨	٨,١	٠,٦	١,٤
	٤٩٤	٢٠ - ١٤٠	٤٢	٨,٣	٠,٦	٠,٧
الطمية	٤	صفر-٢٠	٣٤	٧,٧	٥٦,٠	١,٠
اللومية	٥	صفر-٤٠	٤٠	٧,٨	٣٥,٠	٠,٦
ب/١	١٢١	صفر-٥٠	٦٠	٨,٠	١٢١,٠	١,٦
	١٦٧	صفر-٣٠	٥٢	٧,٣	٦٥,٠	١,٤
	٢١٨	صفر-١٠٠	٢٢	٧,٩	١٠,٨	١,٢
	٣٣٩	صفر-٢٥	٣٢	٨,٣	٢١,٤	٦,٤
ب/٢	٣٤٠	صفر-٩٠	٣٩	٨,٤	١٣,٥	٤,٤
	٣٤٥	٥ - ٧٥	٣٢	٧,٩	١٢١,٠	٠,٨
	٤٦٥	صفر-١١٠	٢١	٨,٠	٢١٧,٠	٠,٦
التربة	٣٢١	صفر-١٥٠	٢٨	٨,٠	٩,٧	٠,٨
الرملية	٣٢٢	صفر-١٥٠	٢٣	٨,٥	١,٥	٠,٢
	٤٠٥	صفر-٥٠	٢١	٨,١	١١,٢	١,٥
د/١	٤٥٥	صفر-٣٠	٣١	٨,٠	٠,٩	١,٧
	٤٦٢	صفر-٧٥	١٨	٨,٣	٠,٨	١,٤
	٤٧٤	صفر-٧٠	٢٥	٨,١	٢,٠	٠,٨

(*) المصدر: UNDP, FAO, 1973, Table 4, PP. 43-46



من (الجدول السابق رقم ٥-٤) تتضح لنا الخصائص الكيميائية التالية:

١- لا تبدو الاختلافات في الخصائص الكيميائية بين أنواع التربات أو حتى ضمن النوع الواحد لأول وهلة ذات علامات مميزة، ولكن الدراسة المقارنة التفصيلية للخصائص الكيميائية حسب أنواع التربات تكشف مدى التفاوت بينها مادامت الأعماق متفاوتة، والأنواع متباينة، فالأعماق تتراوح ما بين (صفر - ١٢٠)سم في التربة الرملية الطينية، وبين (صفر - ١١٠) سم في التربة الطميية اللومية، بينما يصل في التربة الرملية إلى (١٥٠) سم.

٢- فنسبة التشبع Saturation Percentage في التربة الرملية الطينية تتفاوت ما بين (٢٣-٥٢٪) في النوع الثانوي الأول (أ/ ١ A1) و (٢١-٤٢٪) في النوع الثانوي الثاني (أ/ ٢ A2)، ويلاحظ أن القيمة الدنيا في الأولى يمثلها القطاع رقم ٤٢١ الذي يقع في منتصف المسافة بين معسكر الدحيل في الجنوب والخيسة في الشمال وبعمق (٣٥) سم، والقيمة الدنيا في الثانية يمثلها القطاعان ٢٦٦، ٢٧٢، ويقعان في منطقتي النهدين ومكينس وبعمق (٦٠، ٧٠) سم على التوالي، ولهذه المواقع آثارها على نسب التشبع المتدنية لكون الأولى تميزها بنية ذات شقوق ومفاصل، والثانية تميزها سيادة الكثبان الرملية وعملية الإذابة لبعض أنواع الصخور الجيرية كالجبس والانهيدرايت.

أما القيمة (٥٢٪) فيمثلها القطاعان ٢١، ١٢٠ اللذان يقعان في حوض النعمان ومنطقة العُقْدة، وعلى عمق (٦٠، ٣٥) سم على التوالي، والقيمة (٤٢٪) تتفق والقطاع رقم ٤٩٤ الواقع إلى غرب غرب الجنوب من العَشَرَة وإلى الشمال من أم الغربان، وعلى عمق (١٢٠) سم، ولعل سبب ارتفاع نسبة التشبع في الأولى يرجع إلى وقوع القطاعين في مجال واديي النعمان والعُقْدة، الأمر الذي أدى إلى زيادة في نسب المواد ذات الحبيبات الدقيقة، فأحالها إلى قوام متماسك يصعب معه نفاذ المياه أو تسربها، مما نتج عنه ارتفاع درجة احتفاظها بها وبالتالي تميزت التربة بنسبة تشبع عالية، بينما ساهمت خصائص التكوينات الصخرية في ارتفاع قيمة النسبة في الثانية.

٣- يظهر (الجدول رقم ٥-٤) أن التربة الطمية اللومية المصنفة تحت اسم المجموعة (ب/ ١ B1) أكثر حظا في نسبة التشبع من الأخريات، إذ تتراوح هذه النسبة ما بين (٣٤ و ٦٠٪)، ويرجع ذلك إلى قوام التربة الغريني المتميز بشدة تماسكه ومقدرته على الاحتفاظ بالمياه، بينما تمثل المجموعة (ب/ ٢ B2)، والمجموعة (د/ ١ D1) أقل التربات احتفاظا بالمياه وبالتالي أقلها تشبعا لقوامها الخشن، وتفككها، وذلك لسيادة الرواسب الرملية، وتتراوح نسب التشبع فيهما ما بين (٢١-٣٩٪) للأولى و (٢١-٣١٪) للثانية.

٤- يبدو أن مدرج الأس الهيدروجيني (pH) - [مدرج عددي من صفر - ١٤، يعبر عن الحموضة والقلوية النسبية للمحاليل، وتُعيَّن قيمته بتقدير تركيز أيونات الهيدروجين (الهيدرونيوم) في محلول يكون المذيب فيه هو الماء، والعدد ٧ يدل على التعادل، فإذا زادت عن العدد ٧ تميزت بالقلوية، وإذا نقصت عن العدد ٧ اتصفت بالحموضة] - يتفاوت من تربة إلى أخرى ومن مجموعة ثانوية داخل النوع الواحد، فاعتمادا على التعريف السابق تتميز جميع التربات القطرية بقلويتها رغم التفاوت في قيم الأس الهيدروجيني التي توحي بتفاوت تركيز أيونات الهيدروجين في التربة القطرية، ويلاحظ أن أكثر التربات قلوية المجموعة (د/ ١ D1) وتقع قيمها بين (٨ و ٨,٥)، والمجموعة (أ/ ١ A1) وقيم الأس تبلغ بين (٨ و ٨,٤)، أما المجموعات الثانوية الأخرى فتتراوح قيمها بين (٨,٣-٧,٨) و (٨-٧,٣) و (٨-٧,٩) لكل من (أ/ ٢ A2)، (ب/ ١ B1)، (ب/ ٢ B2) على التوالي، وربما يعزى هذا التفاوت إلى أن التربات التي تتناقص فيها نسبة الرمال تتزايد قيمة (pH) فتصبح أكثر قلوية، والعكس صحيح، حيث تبين أن العلاقة بين المحتوى الرملي في تربة الروضات والأس الهيدروجيني علاقة سالبة رغم أنها لم تزد على (-٤٤, ٠)، وهذا يعني أن هناك عوامل أخرى قد تزيد من قلوية التربة وتتمثل في الصخور الأصلية، وفي أن عمليات الصرف قد لا تكون بالقدر الكافي الذي يغسل التربة، كما يلاحظ أن العلاقة بين الصلصال والأس الهيدروجيني في تربة الروضات أيضا علاقة موجبة، تبلغ حوالي (+٤٦, ٠).

٥- يمكن التعبير عن ملوحة التربة Soil Salinity من خلال التوصيل الكهربي Electrical Conduction (EC) بالميكروموز/ سم عند (٢٥ْ) مئوية، ويلاحظ من (الجدول رقم ٥-٤) أن الملوحة في تربة الروضات بنوعيها لا تقل عن (٠,٤) في حدها الأدنى، ولا تزيد على (٣) في حدها الأعلى، بينما تبلغ في التربة الطميية اللومية وخاصة المجموعة (ب/ ١ B1) ما بين (٠,٨-١٠-٢١٧) ميكروموز/ سم، وفي التربة الرملية بين (٠,٨-٠-٩,٧) ميكروموز/سم، ويعني هذا أن التفاوت في الملوحة لا يقتصر على نوع التربة وعمق قطاعاتها، وإنما يرتبط كذلك بموقع هذا النوع، وتفسير ذلك يكمن في أن الملوحة في تربة الروضات رغم انخفاضها تتباين مكانيا بقدر ما تتباين رأسيا، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٥-٥)(*)

خصائص تربات المنخفضات (العمق صفر - ٣٠، ٣٠ - ٦٠) سم

الخصائص	تربة الشمال		تربة الوسط		تربة الجنوب	
العمق/ سم	٠-٣٠	٣٠-٦٠	٠-٣٠	٣٠-٦٠	٠-٣٠	٣٠-٦٠
نسبة الرطوبة	٩,٢١	١٠,٢٥	٥,٦	٦,٤	١,٥٧	٢,٢٦
المواد العضوية ٪	٠,٧٢	٠,٤٩	٠,٦٩	٠,٢٧	٠,٦٩	٠,٢٥
ملوحة التربة ملك/ سم	٠,٤٦	٠,٩٧	٠,٣٨	٠,٣٣	١,٩٠	٠,٩١
الأملاح المذابة HCO_3	١,٤٢	-	١,٥٣	-	١,٩٢	-

(*) المصدر. Babikir, A., 1985, Table 2

(**) ملك: تعني ميكروموز/ سم.

فملوحة تربة المنخفضات (الروضات) في قطر تتزايد من الوسط بنسب ضئيلة باتجاه الشمال، وبنسب واضحة باتجاه الجنوب، كما أنها تتركز (الشمال) في الآفاق التحتية، وتفسير ذلك يكمن **أولا**: في قلة الأمطار كلما اتجهنا نحو الجنوب. **وثانيا**: في أن عدسات المياه الجوفية ذات الأملاح القليلة تتركز في الوسط، فيما تتزايد الأملاح باتجاه الشمال نتيجة الاستخدام المتزايد في الزراعة، وربما لتسرب قدر من مياه البحر أفقيا عبر الطبقات التحتية صوب

اليابســة، وباتجاه الجنوب لقلة الأمطار وخـصائص التكوينات الخازنة للمـياه، **وثالثا:** في أن مياه الري تغسـل التربة الزراعية (خاصة في الشمـال) السطحية بإذابة بعض أملاحها، وحـملها من ثم إلى الآفاق التحتية لـلتربة أثناء تسربها رأسيـا نحو الأسفل فتـزداد تبعا لذلك ملوحـة الطبقات الدنيـا من التربة على حساب عمليات التصويل Leaching التي تمت للطبقات العليا منها.

٦- لا يقتصر هذا التباين على ما أوردناه من بعض الخصائص الكيميائية، وإنما يتسع مجال التـباين إذا وضعنا في الاعتبـار نسب المواد العضوية Organic Matters، والأمـــلاح المذابة Water-Soluble Salts، ورطوبة التـــربة Soil Moisture، فنسب المواد العضـــوية تتـفـــاوت بين (١٦, ٠-٢١, ١٪) للمجموعة (أ/ ١ A1) وبين (٢٢, ٠-٧٦, ٠٪) للمـجمـوعة (أ/ ٢ A2)، تماثلهـما تقريبـا المجمـوعة (ب/ ١ B1) بنسب تتــراوح بين (٦٢, ٠ و٩٢, ٠٪)، فـيـمـا تتــفق كل من المجمـوعتين (ب/ ٢ B2)، (د/ ١ D1) في نسبـهما الـلاتي تتراوح بين (٠٣, ٠ و١٨, ٠٪)، وهذا يؤكد على ما للغطاء النـباتي من دور في تزويد التربة بالمواد العضوية ويتـمثل في شمال قطر، بينمـا كان لغيابه في الجنوب أثر على افـتقار التربة للمواد العضوية.

أما نسب الأمـلاح المذابة فنرى أن تربة الروضات بمجموعـتيها تتـفق في الحد الأعلى لهـذه النسـبـة التي تبلغ مـا بين (٢-١, ٢) ملجـم/لتر، فـي حين تبلغ في المجموعة الأولى (٩, ٠) ملجم/لتر، وفي المجموعة الثانية حوالي (٦, ٠) ملجم/لتر كحـد أدنى، وهي نسب لا تبدي فروقات صـارخة، وإنما تعكس خصـائص التوزيع الأفقي والرأسي لأنواع الصـخور التي يبدو أنها مـتماثلة ومتـشابهة إلى حد كـبير، يحدث العكس في الـتربة الطميـية اللوميـة، إذ تتساوى نسب الحـد الأدنى للأملاح المذابة في كلتا المجموعتين (ب/ ١ B1، ب/ ٢ B2) فتبلغ (٦, ٠) ملجم/لتر، بينما تتسع الشقة في نسب الحد الأعلى، فـتبلغ في الأولى (٦, ١) ملجم/لتر، تتزايد في الثانية إلى حوالي (٤) أضعاف تماما.

ويعني هذا أن العينة الممـثلة للمجمـوعة الثانيـة وتحمل رقم (٣٣٩) تقع في منطقة الشـقراء جنوب قطر ضمن سـبخة داخلية قـوامها طمـيي لومي، ويبدو أن



نسب الأملاح المذابة في النوع الثالث (د/ ١ D1) لا ترقى إلى نسب النوع الثاني، ولكنها تقترب في حدها الأعلى من نسب النوع الأول تقريبا، حيث تتراوح ما بين (٢, ٠-٩, ١) ملجم/ لتر، وعموما فهناك تدرج صاعد لنسب الأملاح المذابة في التربة باتجاهنا من الشمال صوب الجنوب مرورا بالوسط، حيث تبلغ (٤٢, ١، ٥٣, ١، ٩٢, ١) ملجم/ لتر (Babikir, 1985, Table 2)، وتنطبق هذه الخصائص على تربة المنخفضات (الروضات)، أما التربة الطميية اللومية فمعدل نسبها يحوم حول (٨, ٠، ٥, ١، ٤) ملجم/ لتر، والتربة الرملية تمثلها قيمتا الوسط بنسبة (٥٣, ١) ملجم/ لتر، والجنوب بنسبة (٥, ٠) ملجم/ لتر.

من الملاحظ أن نسبة رطوبة التربة لا تتفق والتدرج الصاعد لنسبة الأملاح المذابة باتجاه الجنوب، بل تبدو العلاقة الدالية بين المتغيرين عكسية، حيث بلغت قيمتها (-٩٦, ٠)، ونستخلص من هذه العلاقة أن أية زيادة في نسبة رطوبة التربة من شأنه أن يؤدي إلى انخفاض في نسبة الأملاح المذابة؛ لأن كمية المياه التي تروى بها المزروعات تضاف إلى ما تحتويه التربة من رطوبة، فتصبح نسبة الأملاح المذابة قياسا بنسبة الرطوبة الحالية للتربة منخفضة على فرض أن نسبة الأملاح المذابة ثابتة.

يبدو أن خصائص العلاقة السابقة تنسحب كذلك على العلاقة بين نسبة رطوبة التربة والمحتوى الرملي مع تفاوت في القيمة وتزايد في أثر العوامل، فتبلغ في حدود (-٨٤, ٠)، وهو أمر طبيعي لأن القوام الرملي للتربة يتميز بنسبة تسرب عالية وعدم احتفاظه بها، فتغدو نسبة الرطوبة نتيجة لذلك متدنية، يتبدل الوضع في حالة الصلصال والطمي، وتبدو العلاقة طردية، ولكنها في الصلصال أقوى منها في الطمي، إذ تبلغ في الأولى (+٩٤, ٠)، وفي الثانية (+٦٥, ٠)، ولا يعني هذا أن يكون الصلصال أكثر رطوبة من الطمي، ولكن العوامل المصاحبة في حالة الطمي أثرت بشكل واضح على تدني قيمة معامل الارتباط وخاصة في وسط قطر، فمن هذه العوامل اختلاط الطمي مع رواسب قد تكون جبسية أو انهيدرايتية تذيبها المياه، فتتسع الفراغات بين ذرات التربة ومن ثم تتسرب المياه نحو الباطن، تاركة إياها (أعني التربة) قليلة الرطوبة.



٤- القطاعات الرأسية للتربات في قطر: Soil Profiles

وهي التي تظهر تطابق أو تباين مختلف الآفاق (الطبقات) Horizons ابتداء من سطح التربة باتجاه الباطن حيث الصخور الأصلية التي اشتقت منها التربة مكوناتها وبعض خصائصها، ويرجع هذا التتابع إلى تضافر عمليات متباينة في تكوين التربة، وإعطائها خصائصها ومميزاتها، فإذا تجاهلنا حدوث عمليات جرف للتربة بأنواعه ونقل لها Erosion and Transportation، يتكون بعد فترة من الزمن مقطع مميز لها، يعتبر من وجهة النظر البدولوجية أهم الملامح التي يمكن من خلاله التعرف على أنواع التربات ومن ثم يصبح أساسا لتصنيفها.

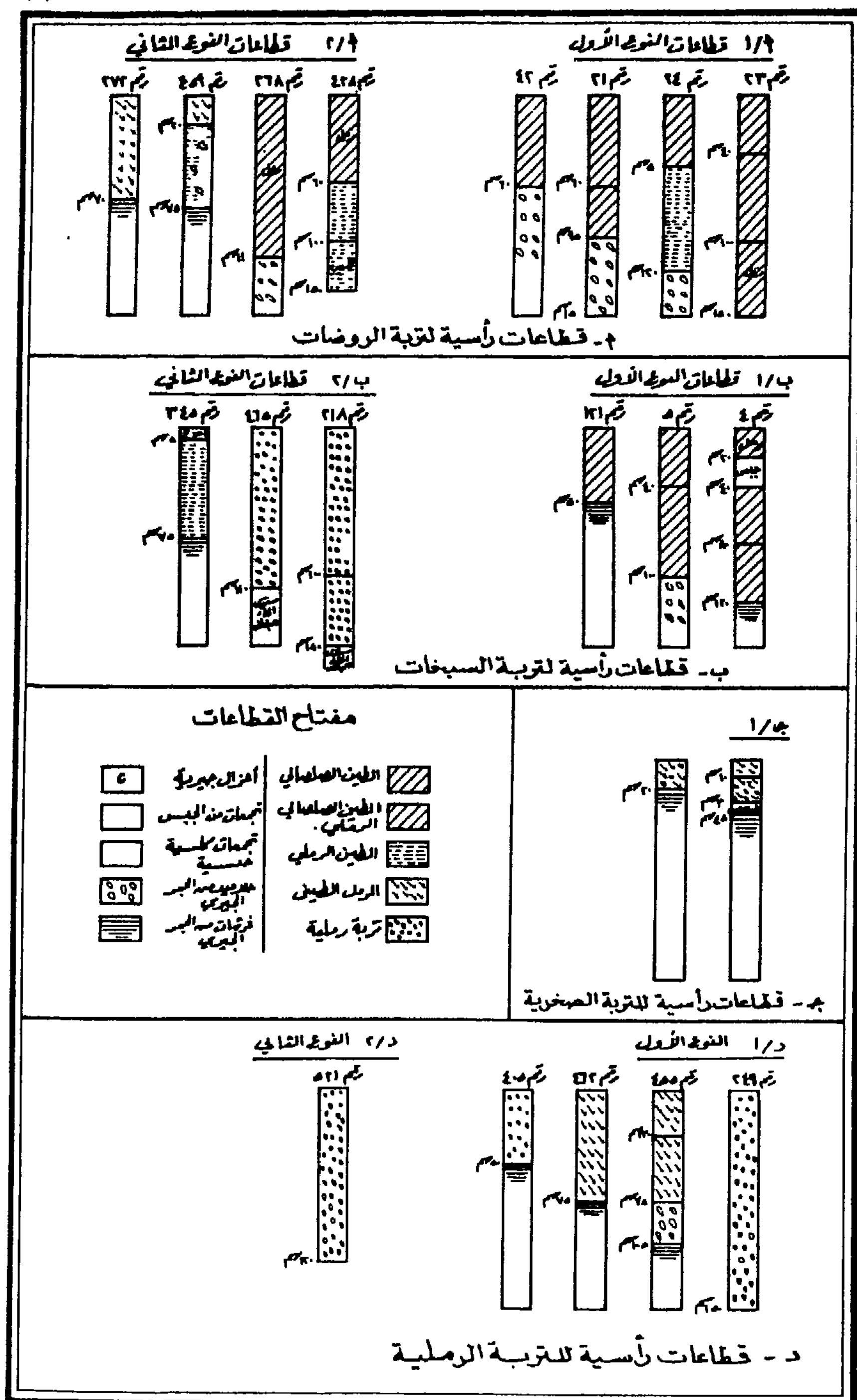
فآفاق التربة القطرية تتفاوت نسبيا من حيث القوام والبنية واللون، فليس من الضروري بطبيعة الحال أن تتمثل جميع الآفاق في التربة القطرية، ويظهر هذا التباين حتى في النوع الواحد، فمن دراسة قطاعات التربة نتبين التالي:

١- قطاعات التربة الرملية الطينية: (تربة الروضات) A

يتفاوت سمك قطاعات التربة الرملية الطينية (شكل رقم ٥-١٣أ) بين (٧٠ و١٥٠) سم، ويلاحظ في قطاعات المجموعة (أ/ ١ A1) أن السمك يتراوح بين (٩٥ و ١٥٠) سم، وأن (٧٥٪) من عدد القطاعات تمثلها عند القاعدة جلاميد من الصخر الجيري تتباين في سمكها بين (٣٠ و٥٥ و٣٥) سم على التوالي، وهي القطاعات (٢٤، ٢١، ٤٢)، والقطاع رقم (٢٣) تمثله تربة لومية صلصالية رملية بسمك (٥٠) سم، تعلوها الطبقة (ب) وهي إما أن يكون قوامها لومي رملي بسمك يبلغ (٧٠) سم (رقم ٢٤)؛ أو لومي صلصالي بسمك يتراوح بين (٦٠، ٣٥) سم (رقما ٢٣، ٢١)، أما الطبقة السطحية (أ) فيبدو أنها متمثلة في جميع قطاعات هذه المجموعة ومتماثلة نوعا، فهي تربة لومية صلصالية كذلك، ولكنها ليست متماثلةسمكا، إذ تتمايز بين (٤٠، ٥٠، ٦٠) سم.

بالمقارنة يختلف الوضع في قطاعات المجموعة (أ/ ٢ A2)، فيبلغ سمك آفاقها ما بين (٧٠ و ١٥٠) سم، ففي القطاع رقم (٤٢٨) تتمثل ثلاث طبقات، الطبقة التحتية (جـ) وتلك التي تعلوها (ب) قوامهما لومي رملي، بسمك يبلغ بين (٥٠ و٤٠) سم مع وجود أعزال من الجير Lime Segregations بتربة القاعدة، أما الطبقة





شكل رقم (٥-٣)
القطاعات الرأسية للتربات القطرية

(أ) فقـوامها اللومي الصلصـالي الرملي يتفق مع نظيـرتها في القطاع رقم (٢٦٨)، وسـمكهمـا في القطاعين يتـراوح بين (٦٠، ١١٠) سم، تتـمـثل في القطاع رقم (٤٥٩) طبقتان، تتكون الطبقة التحتية التي ترتكز على راقات من الصخر الجيري من تربة لومية رملية تتـخللها بقع من جلاميد الصخر الجيـري، تعلوها تربة رملية لومية بعمق (٢٠) سم، وهي مواصفات تندرج تحـتها الطبقة (أ) في القطاع رقـم (٢٧٢)، ولكنها تصل إلى عمق (٧٠) سم، حيث طبقة الحجر الجيري.

٢- قطاعات التربة اللومية الطميية: (تربة السبخات) B

تشتمل التربة اللومية الطينية (شكل رقم ٥-٣ب) على مجموعتين كذلك، ويبدو أنهمـا مختلفتان عن بعـضهما من حيث القـوام والسمك والتوزيع المكاني؛ فالمجموعة الأولى (ب/ ١ B1) بآفاقها يميزها قوام لومي طيني يرتكز في القطاعين (٤، ١٢١) على طبـقات من الحجـر الجيـري، وفي قطاع رقم (٥) على جلامـيد الحجر الجيري، قد تتخللها، وخاصة في الآفاق التحتية، تجمعات جبسية Gypsum Accumulations وقد تنفـرد هذه التجمـعات بآفـاق لوحدها كمـا هو حادث في الطبقـة (ب) من رقم (٤)، الذي يتميـز عن بقية القطاعـات في سمكه الذي يبلغ (١٢٠) سم، وفي أن الطبقـة السطحية من التربة ذات قـوام لومي صلصالي رملي بسمك (٢٠) سم، أمـا المجموعة الثـانية (ب/ ٢ B2) فيـغلب على قطاعين منها (٢١٨، ٤٦٥) قـوام رملي يتراوح سـمكهمـا بين (١٥٠ و ١١٠) سم، وتقتـرب طبقاتهـا الدنيا من مستـوى الماء الباطني Ground Water Table، ويقتصر القطاع الثالث رقم (٣٤٥) على طبـقة واحدة سمكها (٧٥) سم، وقـوامها لومي رملي، تليها إلى أسـفل طبقة من الحجر الجـيري، وتعلوها بسمك (٥) سم طبقـة ملحية تشكلت على ما يبدو إثر تبخر المياه مـن سطح التربة بفعل الحرارة الشديدة التي قد تصل إلى (٤٥) درجة في الصيف.

٣- قطاعات التربة الصخرية: C

وهي عبـارة عن مجموعـة واحدة (جـ١ C1)، يمثلهـا قطاعان (شكل رقم ٥-٣جـ)، لا يزيد سمك الأول على (٤٠) سم، تندرج تحـته ثلاثة آفاق رقيـقة، الأسفل منهـا تجمعـات من الجبس والكالسيـوم بسمك (١٠) سم، تسـتلقي فوق

طبقـات من الحجـر الجيري، بيـنما يعلوه أفق خليط من جـلاميد الحـجر الجـيري والرمل اللومي بسمك (٢٠) سم، يغطيها جميعا أفق ينكشف على السطح سمكه (١٠) سم، وقوامـه رملي لومي، أما القطاع الثـاني فيبلغ سـمكه (نصف) سمك القطاع الأول، وقوام تربتـه التي ترتكز على طبقة من الصخـر الجيري، خليط من جلاميد الحجر الجيري والرمل اللومي.

٤- قطاعات التربة الرملية: D

هناك قطاعان رقـما (٢٤٩، ٤٠٥) يتتمـيان للمجمـوعة الأولى (د/ ١ D1) وقطاع رقم (٥٢١) الوحيد الذي يمثل المجـموعة (د/ ٢ D2)، **(شكل رقم ٥-٣د)** وهي جمـيعـا تتكون من أفق واحد فقط تغـلب عليها ترسـبات رمليـة، ويتراوح سمكها بين (١٥٠ و٥٠ و١٢٠) سـم على التوالي، والقطاعان الأخريان المنتـميان للمجموعة الأولى رقما (٤٥٥، ٤٦٢) فـيختلفان تماما، إذ تمثل القطاع الأول آفاق ثلاثة تتـراوح سـمـاكاتهـا من الأقـدم إلى الأحـدث بين (٣٠ و٤٥ و٣٠) سم، ويلاحظ أن الأفق (جـ) الذي يرتكز على طبقـة من الصخر الجيـري الأم قد اشتق منها فتـحول إلى جلاميـد تتجمع دون انتظام؛ لأن عوامل التـعرية لم تُعْطَ الوقت الكافي كي تشكلها لتغدو تربة أقـرب إلى النضوج، يعلوها الأفقان (ب، أ) اللذان يتكـونان من الرمـل اللومي، تنـدرج تحت هذا النـوع تربة القـطاع رقم (٤٦٢)، بسمك يبلغ (٧٥) سم.

وعموما يتبين لنا من دراسة قطاعات التربة القطرية الخصائص التالية:

(أ) لا يزيد سمك قطاعات التربة على (١٥٠) سم، ولا يقل عن (٢٠) سم.

(ب) يلاحظ أن جميع آفاق التـربة مهما تباينت سماكـاتها يمثلها نوع أو نوعان من المفتتات الصخرية قد تتخللها عروق من الكالسيوم أو الجبس.

(جـ) تشيـر القطاعات إلى أن التـربة القطرية لم تصل بعد إلى مـرحلة النضج؛ لأن العوامل البدولوجية لم تُعْطَ الزمن الكافي كي تعمل على تفكك وتحلل الصخور والجلاميد التي ما برحت تحتفظ بكثير من خصائصها ومكوناتها الأصلية.

(د) تبدي بعض القطاعات وخـاصة تلك التي تضم آفاقا رملية أو جـلاميدية عدم انتظام في التطابق.



(هـ) يتضح أن (٦٢٪) من قطاعات التربة القطرية تمثلها طبقة أو طبقتان، يبلغ فيها سمك القطاع من أصل (١٥٠) سم، ما بين (٢٠ و ٧٥) سم، والبقية التي تتراوح ما بين (١٣٠ و ٧٥) سم تمثلها الصخور الأصلية، وهو تأكيد لهيكليتها، وأنها ما فتئت تفتقر إلى مقطع كامل النمو.

(و) تظهر بعض قطاعات النوع الثاني من تربة السبخات (ب/ ٢ B2) أن طبقاتها الدنيا ترتكز مباشرة على سطح الماء الباطني، بمعنى آخر أن الماء الباطني في مناطق هذه القطاعات رقمي (٢١٨، ٤٦٥) يرتفع منسوبه ليصل إلى عمق يتراوح ما بين (١١٠ و ١٥٠) سم.

٥- تصنيف التربة القطرية تبعا لمقدرتها الإنتاجية:

التربة عنصر هام من عناصر الإنتاج الزراعي، وقطب جذب للسكان، وإقامة المستوطنات البشرية، وتبعا لتفاوت أنواع الترب القطرية من حيث عوامل تشكيلها، وخصائصها الميكانيكية والكيماوية، وقطاعاتها، تختلف صلاحيتها ومقدرتها ودرجة إنتاجيتها لأنواع المحاصيل المختلفة، لذا يمكن تصنيفها إلى الأنواع الآتية:

جدول رقم (٥-٦)

تصنيف التربة القطرية تبعا لصلاحيتها الإنتاجية(**)

نوع التربة	أقسام التربة وخصائصها	مساحتها/ كم٢	٪
تربة صالحة للزراعة	١ ذات صلاحية عالية	٣٨,٠٦	٠,٣٣
	٢ متوسط الصلاحية	٤٩,٢٩	٠,٤٢
	٣ تربة حدية للزراعة	١٠١,٩٤	٠,٨٨
تربة صالحة للزراعة تحت ظروف خاصة وملائمة		٨٦,٩٠	٠,٧٥
غير صالحة للزراعة	١ تربة السبخات (الملحية)	٧٠١,٢٤	٦,٠٤
	٢ التربة الحصوية والرملية	١٠٥٥٦,٣٥	٩٠,٩٣
المساحة المرروعة		٧٥,٨٦(*)	٠,٦٥
المجموع الكلي		١١٦ ٩,٦٤	٪١ ٠,٠٠

(**) المصدر: من الحصر الاستكشافي للتربة وتصيف الأراضي ١٩٧٣، ص١٤.

(*) المصدر: من المجموعة الإحصائية السنوية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص٢٢٢، ٢٢٣.

ومن (الجدول رقم ٥-٦) تتبين لنا الأقسام والخصائص التالية:

(أ) تربات صالحة للزراعة: Suitable Soils وتشمل:

١- تربات ذات صلاحية عالية: Highly Suitable

قوامها متوسط، قطاعاتها عميقة نسبيا، قد تزيد على (١٢٠) سم، وتتميز بخصائص كيمياوية وطبيعية (فيزيائية) هامة، إذ تخلو من الأملاح الضارة بنمو النباتات مما يؤهلها لزراعة العديد من المحاصيل الزراعية، وهي ذات سطح مستو تقريبا، مما يقلل من تكاليف ريها وعزقها، وتبلغ مساحتها (٣٨,٠٦) كم٢، أي بنسبة (٣٣, ٠٪) من المساحة الكلية لقطر.

يتخذ هذا القسم من الأراضي التي تضم مثل هذا النوع من التربات الزراعية نطاقا محوريا تقريبا، يبدأ من الشمال الشرقي حيث عين سنان والغشّامية والمريدة حتى روضة الأرنب في الجنوب الغربي، ويمتد شريط منه ليضم كلا من أم قين وأم بركة وأم القهاب الواقعة جميعا إلى الغرب والشمال الغربي من الذخيرة، ويتراوح الارتفاع النسبي لسطح هذه المنطقة ما بين (٦ و ١٦) م فوق مستوى سطح البحر، وباتجاهنا من هذه المنطقة نحو الجنوب الغربي نلاحظ أن هذا القسم يشمل العديد من المواقع بدءا من أم العجوز ومرورا بأبي ثيلة والذيبية والخريب (حقول آبار المياه الجوفية) وأم العظام إلى أن تلتحم بأم المواقع والخيرية، وهذه المنطقة في جملتها أكثر ارتفاعا من سابقتها، حيث تتراوح بين (٢٠ و ٥٠)م، وينتهي النطاق إلى الشمال من الكرعانة وخاصة عند أم الصُّوَب Umm As Suwab ويتميز بمجموعة من المسل المائية المؤقتة، تحمل في أثناء سقوط الأمطار مفتتات السطح وتلقي بها في الأحواض البينية، وثمة ميزة تنحصر في تركز معظم حقول آبار المياه ضمن هذا النطاق، الأمر الذي أدى ويؤدي إلى وفرة عنصر مهم وحيوي من عناصر تنشيط الاستغلال الزراعي فيه.

٢- تربات متوسطة الصلاحية للزراعة: Moderately Suitable

وتغطي حوالي (٤٢, ٠٪) من مساحة قطر (٤٩,٢٩) كم٢، وتختلف عن سابقتها بأن عمق قطاع تربتها يتراوح بين (٩٠ و ١٢٠) سم، كما أن خواصها



الطبيعية والكيماوية أقل درجة منها، إذ - قياسا - ترتفع بها نسبة الصلصال والرمل الذي يضفي عليها قواما متوسطا، كما أنها ذات نفاذية ضعيفة للمياه لوجود طبقة صلصالية صماء تشكل أفقا من التربة التحتية، وتحتوي - فضلا عن ذلك - على نسبة من الأملاح وخاصة كربونات الكالسيوم تتراوح بين (٤ و ٨) ملليموز/ سم٢، مما يضعف من طاقتها الإنتاجية نوعا ما، لذا تحتاج إلى كميات لا بأس بها من المياه العذبة تساعد في غسل التربة Leaching وتصفيتها من الأملاح، وهذا يتطلب نوعا ذا مردود فاعل من التصريف المنظم للمياه بعد كل عملية ري.

تتركز الأراضي التي تحمل صفات هذه التربة ضمن نطاق يمتد من أقصى شمال شبه الجزيرة، حيث توجد متناثرة حول بلدات الكعبان وعذبة والداوودية، وبقع صغيرة تقع إلى الشمال الشرقي من سمسمة، وفي الشمال الغربي من قطر تمتد من جنوب وجنوب غرب مكين حتى مسيكة، كما تلاحظ إلى الجنوب من طريق «الدوحة - الزبارة»، وذلك فيما بين لشا في الشمال الغربي وأم قريبة والنَّهَيّ في الجنوب، فضلا عن منطقة السدرية الواقعة على الجانب الأيمن للطريق المذكور، وإذا عبرنا الطريق باتجاهنا جنوبا نشاهدها تغطي رقعا صغيرة في الغويرية والمنطقة الحوضية شمال غرب البُصَيِّر.

ليس هذا فحسب، بل إن فرص الانتشار الأفقي لهذا النوع من الأراضي يزداد وضوحا في القسم الأوسط من شبه الجزيرة، وخاصة على الجانب الغربي من طريق «الدوحة - الشمال» فيما بين أم صلال محمد وأم صلال علي، وبالاتجاه غربا تأخذ بالظهور في الواحات التي تحيط بحقول آبار المياه الجوفية، وخاصة بين أبوثيلة وأبو حصية، ثم تشاهد بصورة متقطعة في المنطقة الواقعة بين أم غويلينة في الشمال والصنع في الجنوب، وتنتشر إلى الشمال من طريق «الدوحة - دخان» وخاصة على الجانب المقابل للنصرانية غطاءات من هذه التربات تستمر حتى النهدين، حيث تحاذي الحدود الشمالية من أراضي النوع الثالث، وتمثل في نفس الوقت الحد الجنوبي لانتشار التربات ذات الصلاحية المتوسطة للزراعة.

٣- تربات حدية للزراعة: Marginally Suitable

ويحتاج هذا النوع من التربات إلى عناية فائقة لعمليات الصرف، وإلى توفير مياه عذبة تعمل على إزالة ما يعلق بها من أملاح تعوق عملية التوسع الرأسي في

الإنتاج، حيث تبلغ نسبة الأملاح في حدود (١٢) ملليموز/سم٢، وأن سمك قطاعها الرأسي يتراوح ما بين (٦٠ و ٩٠)سم، وتزيد نسبة مساحتها بحوالي (١٥, ٠٪)على مجموع نسبتي مساحة النوعين السابقين، إذ تشغل مساحة تقدر بحوالي (١٠١٩٤)هكتارا (١٠١,٩٤)كم٢، أي بنسبة (٩٠, ٠٪)من مساحة قطر.

تمثل أراضي هذا النوع مختلف المنخفضات القطرية، فتمتد على جانبي الطريق من مدينة الشمال حتى الغارية، وتغطي منطقة واسعة تقع وسط الشمال، ولكنها بقع صغيرة وعديدة، يحدها من الجنوب خط يصل بين الغشامية في الشرق والنهي في الغرب، تأخذ أراضي التربات الحدية بالاتساع ابتداء من شمال شرق الماجدة لتشمل وعب الأباريق وروضة الفرس والسليمي وأم الخرق (أم الخرج)، وغربا حتى الصعلوكية وأم الماء على الساحل الغربي.

وإذا تتبعنا توزيعها الأفقي نحو الجنوب فإنها تظهر على شكل أذرع ضيقة تحف بطريق «الدوحة - الشمال» من أم ترن شمالا حتى خط عرض الوصيل جنوبا، وتلاحظ فضلا عن ذلك في كل من الجميلية وجري أبو غانم، ويبدو أن المنطقة الواقعة على جانبي طريق «الدوحة - أم باب» بين أم الشبرم شرقا وأمهات العنز غربا تمثل أكثر المناطق احتضانا لتربات هذا النوع من ناحية، والحد الجنوبي الأكثر وضوحا لامتدادها، باستثناء بعض البقع التي تغطي منطقة الثليم (غرب الكرعانة) ومزرعة ترينا في جنوب البلاد من ناحية أخرى.

(ب) تربات صالحة للزراعة تحت ظروف خاصة: Conditionally Suitable

ربما تكون التربة صالحة للزراعة من وجهة النظر الميكانيكية إذا توافرت لها ظروف تساعد على استغلالها الزراعي، إلا أن ما يعطل هذا الاستغلال عوامل كثيرة تتضح فيما بعد، فتربة هذا النوع تتميز بقوام خشن تغلب عليه الرواسب الرملية التي يبلغ عمق قطاعها بين (٦٠ و ١٢٠) سم، وهي تغطي معظم أرضيات الأودية الجافة التي كونتها عوامل النحت النهري في عصور قديمة، كما تضم هذه الأراضي نوعا آخر من التربات التي تنتسب إلى المناطق الحوضية، وهي في مجملها تتكون من مفتتات صخرية نحتتها ونقلتها المسل المائية السطحية، ثم قامت التعرية الهوائية بتغطيتها بطبقات من الرمال المسفية، بحيث يتراوح سمك قطاعها

الرأسي بين (٦٠ و ٩٠) سم، فضلا عن أنها تتميز بوجود طبقات من الحجر الجيري قريبة من سطح التربة، ونظرا لاتساع الفراغات البينية بين حبيباتها، فإن المياه تغيض فيها بسرعة، ومن ثم سريعة العطش، إذ تبلغ نسبة طاقة المياه المتسربة خلال نسيجها (٣٤) سم/ الساعة، وهذا يجعلها تحتاج إلى تكاليف باهظة لاستصلاحها وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، ومعالجتها بالمخصبات الزراعية وخاصة المواد العضوية، وتغطي (٨٦,٩١) كم٢ (٧٥,٠٪).

وتوجد هذه التربات على شكل تجمعات رملية في شمال قطر وخاصة إلى الغرب من الخور، وربما تمتد إلى أبعد من ذلك باتجاه الشمال حتى الخيسة، كما توجد بين أم سويجة وأم قرن شرق حقل الرشيدية، والمنطقة الواقعة بين الخريب وأم القهاب، وتتركز إلى الجنوب من طريق «الدوحة - دخان» بين الشحانية والنصرانية في الشمال وبين الوبرة والوضيحية في الجنوب، كما تحيط بمنطقة «أم الجماجم» على شكل قوس باستثناء الطرف الشمالي لهذا الموقع الذي تسيطر عليه رواسب حصوية تنتمي لتربات النوع الثالث، وعلى الساحل الغربي تمتد على شكل شريط يحاذي تلال دخان ويغطي أرضية وادي الذياب، ويبدأ هذا الشريط من «أبو طريفة» في الشمال حتى منطقة المشاش في الجنوب، ويعتبر أقصى امتداد لها في هذا الاتجاه.

(جـ) تربات غير صالحة للزراعة: Not Suitable

وتمثل (٩٧٪) من مساحة قطر، ويمكن أن نميز بين نوعين متباينين من حيث تكوينهما وخصائصهما الإنتاجية وهما:

١- تربة الأراضي الملحية: Saline Soils

وتتميز بصعوبة نفاذ المياه خلال طبقاتها بسرعة، بل تبقى على السطح حتى يُفْقَد معظمها بالتبخر، وعند جفاف الطبقات السطحية من التربة (اللزجة) تتشقق أو ربما تكسوها نتيجة لذلك طبقة بيضاء من أملاح كربونات الكالسيوم، وتحتاج لكي تتحول إلى تربة صالحة للزراعة - وهو أمر محتمل - إلى وضع إمكانات ضخمة لتوفير كميات هائلة من المياه العذبة، تعمل على غسل التربة من الأملاح، وإلى إقامة شبكة جيدة وعلى أسس حديثة من مصارف المياه، كما يمكن زراعتها

بأنواع من النباتات لها القدرة على امتصاص الأملاح وتخليصها من التربة، ويطلق على مثيلتها فـي مصر تربة القرموط (**محمد محـمود الصياد، ١٩٧٠، ص٧٦**)، وتبلغ مساحـة هذه التربات (٧٠١٠٤) هكتارا بنسبة (٦,٠٤٪) من مـساحة قطر، أي (٧٠١,٠٤) كم٢، ويتـراوح سـمك آفاقـهـا بين (٣٠ و ١٢٠) سم، وتضم رواسب كلسـية بحريـة وقشرة ملحـية، وأن الآفـاق الـتحتـية للتـربة تتكون من صلصال بني، ويقترب منها مستوى الماء الباطني، وهو ذو خصائص مالحة.

٢- تربة الأراضي الحجرية والرملية: Rocky Fragments and Sandy Soils

وهي من التربات ذات القوام الخشن والمسافات البينية الواسعة، لذا تعتبر أقل الأراضي حظا في إمكانيـة تحولها إلى أراض زراعـية، وتبلغ نسـبة مسـاحتـها في حدود (٩١٪) أي حوالي (١,٠٥٧,١٦٥) هكتـارا (١٠٥٧٢) كم٢، وتغطي بهذا معظم شبـه الجزيرة بما فيهـا مجموعة الكثـبان الرملية المترامـية الأطراف في الجزء الجنوبي الشرقي من قطر، ومـجموعة الـرمال الكلسية البـحرية المتاخمـة لشواطئ الخليج، ومجمـوعة رواسب عصري الإيوسين والميوسين الـتي تتكون من الصخور الجيرية والرصيص Conglomerates.

قبل أن ننهي دراستنا عن التربة لابد من الإشارة إلى استخدامات أراضي هذه التربات Land Utilization، وقد قدرت مـساحة الأراضي المسجلة حـسب بيانات المجمـوعة الإحـصائيـة (٢٢٩٧٧٥) دونما أي (٢٢٩,٧٧٥) كم٢، بلغت المسـاحة المزروعة (٧٥٨٧٤) دونمـا، أي حوالي (٧٥,٨٧٤) كم٢ وبنسـبة (٣٣٪)، مـوزعة على (٨٧١) مزرعة (**المجموعة الإحصائية السنوية، ١٩٩٢، ص٢٢٣**)، وهذا يعني أن (ثلث) المساحة المسجلة قد تم استـغلالها في الإنتاج الزراعي، وأن هناك إمكانية التوسع الأفـقي لمساحـة تبلغ (١٥٣٩٠١) دونما (١٥٣,٩) كم٢، إضافـة إلى فرص التوسع الرأسي من خلال تحسين ورفع إنتاجية الدونم.

ويلاحظ أن الأراضي التي تضم تربة الروضات قد تطورت على مدى خمس سنوات تطورا أفقيا يكاد يكون ملموسا من خلال الجدول التالي:

جدول رقم (٥-٧)

التوسع الأفقي في مساحة الأراضي المزروعة/ دونم(*)

السنة	المساحة المزروعة	الزيادة	٪	المساحة غير المزروعة	المجموع
١٩٨٧	٤٨٣٥٠	-	-	٦٠١٦٥٠	٦٥٠٠٠٠
١٩٨٨	٥١٨٩٢	٣٥٤٢	٧,٣	٥٩٨١٠٨	٦٥٠٠٠٠
١٩٨٩	٥٦٩٨٤	٥٠٩٢	٩,٨	٥٩٣٠١٦	٦٥٠٠٠٠
١٩٩٠	٥٧٠٥٩	٧٥	٠,١	٥٩٢٩٤٤	٦٥٠٠٠٠
١٩٩١	٦٨٩٢٤	١١٨٦٥	٢٠,٨	٥٨١٠٧٦	٦٥٠٠٠٠
١٩٩٢	٧٥٨٧٤	٦٩٥٠	١٠,١	٥٧٤١٢٦	٦٥٠٠٠٠

(*) المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص٢٢٢.

من (الجدول السابق رقم ٥-٧) نتبين التالي:

١- حدث توسع أفقي للمساحة المزروعة على مدى خمس سنوات.

٢- يبدو أن التوسع الأفقي للمساحة المزروعة يتفاوت من سنة إلى أخرى، فنلاحظ أن عام ١٩٩٠ شهد توسعا أفقيا محدودا جدا بلغ (٧٥) دونما فقط، بينما نلمس طفرة في التوسع الأفقي عام ١٩٩١ بلغت (١١٨٦٥) دونما، وتفسير ذلك يكمن في أن التوسع عام ١٩٩٠ اقتصر كما يبدو على المزارع النشطة دون إضافات جديدة لها من حساب الأراضي غير المزروعة، مع تراجع في المساحات المزروعة لكل من الفاكهة والأعلاف الخضراء، أما في عام ١٩٩١ فقد حدث التوسع نتيجة الاهتمام المتزايد في زراعة أشجار النخيل وعودة التركيز على زراعة الأعلاف الخضراء إثر استصدار بعض القوانين والتشريعات التي حددت الوارد منه لتشجع المزارعين وتحمي الإنتاج المحلي، وتغطي احتياجات السوق المحلية.

٣- نسب الزيادة في مساحة الأراضي الزراعية تتراوح بين (١, ٠ و٨, ٢٠٪)، وهي نسب متدنية إذا قورنت بالأراضي القابلة للزراعة Cultivable Land ولم يتم استغلالها بعد، وهذا الأمر يرتبط بما يتوافر من مياه صالحة للري من جانب، وبرساميل تغطي تكاليف هذا التوسع من جانب آخر، ومن ثم بالجدوى الاقتصادية لهذا التوسع.



تقودنا هذه العجالة إلى الوقوف علـى توزيع مساحة الأراضي المزروعة على أنواع المحاصـيل، للتعرف من خـلالها على مقـدار التوسع الأفقي وربط ذلك في عـلاقة مع التوسـع الرأسي، وهل حقـقت هذه المعطيات كـفاية إنتـاجيـة محليـة؟ وإلى أي مدى ساهمت في تغطية متطلبات السوق والاستهلاك البشري؟ والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٥-٨)

مساحة الأراضي المزروعة والقابلة للزراعة(**) (دونم) Cultivated & Caltivable Land

السنة	الأراضي المزروعة						الأراضي غير المزروعة
	حبوب	خضروات	فاكهة	نخيل	أعلاف خضراء	المجموع	
١٩٨٧	٩٢٧٦	١٥٤٧٣	٦٧٢٠	٨٩٦٠	٧٩٢١	٤٨٣٥٠	٦٠١٦٥٠
١٩٨٨	٩٩٨٦	١٧٤٢٧	٧٠٧٩	٨٩٨٥	٨٤١٥	٥١٨٩٢	٥٩٨١٠٨
٪	٧,٦٥+	١٢,٦٣+	٥,٣٤+	٠,٢٨+	٦,٢٤+	٧,٣٣+	
١٩٨٩	١٠٧٤١	٢٠٦٧٩	٤٩٠٤	٩٤٤٧	١٠٩٩٣	٥٦٩٨٤	٥٩٣٠١٦
٪	٧,٥٦+	١٨,٦٦+	٣٠,٧٣-	٥,١٤+	٣٠,٦٤+	٩,٨١+	
١٩٩٠	١٠٨٢٣	٢١٥١٥	٤٤٣٣	٩٩٦٧	١٠٣٢١	٥٧٠٥٩	٥٩٢٩٤٤
٪	٠,٧٦+	٤,٠٤+	٩,٦٠-	٥,٥٠+	٦,١١-	٣١,٧٢+	
١٩٩١	١٣٤٨٢	٢٢٩٠١	٤٥٧٨	١٢٩٧٩	١٤٩٨٤	٦٨٩٢٤(*)	٥٨١٠٧٦
٪	٢٤,٥٧+	٦,٤٤+	٣,٢٧+	٣٠,٢٢+	٤٥,١٨+	٢٠,٧٩+	
١٩٩٢	١٢٣٠٨	٢٥٦٣٠	٥٠٥٣	١٥٣٧٣	١٧٥١٠	٧٥٨٧٤	٥٧٤١٢٦
٪	٨,٧١-	١١,٩٢+	١٠,٣٨+	١٨,٤٥+	١٦,٨٦+	١٠,٠٨+	

(**) الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص٢٢٢.

(*) تضم بالإضافة لمساحات المزارع المسجلة مساحات أخرى غير مسجلة كمزارع.

التـربة الرمليـة الطينـية (تـربة الروضـات) هي المعنيـة بالأراضي والإنتـاج الزراعي، فالأراضي القـابلة للزراعة سواء أكانت مـزروعة أم غير مـزروعة ترتبط بنوع التربة وخـصائصـها، وهي بدورها (كمـا أوضحنا سابقـا) نتاج التـفاعل بين مـختلف عناصـر المركب البـيئي، فـمن خلال دراسـتنا لتـربات قطر تبين أن تربة الروضات أصلحهـا للزراعة والإنتاج الزراعي، (**والجدول رقم ٥-٨**) يوضح أهم المحاصيل التي تنتجها تربة الروضات ومنه نستخلص التالي:

١- حدوث توسع أفقي متدرج في مجمل مساحة الأراضي المزروعة سنويا، بلغت ذروته بين عـامي ١٩٨٩ ، ١٩٩٠ (٣١,٧٢٪)، وتعـزى هـذه الزيادة -رغم التـراجع في المساحـات المزروعة بالفـاكهـة والأعلاف الخـضراء- إلى إضـافة مساحات أخرى غير مسجلة إلى مساحات الأراضي المسجلة في ذات العام.

٢- شـهد عـاما ١٩٨٨ ، ١٩٩١ توسـعا أفـقيـا في المساحـات المزروعة بمخـتلف المحـاصيل، إلا أن الزيادة الواضـحة كـانت من نصيب الخـضروات في عـام ١٩٨٨ (+٦٣,١٢٪)، ومن نصيب الأعـلاف الخضراء والنخيل والحـبوب في عام ١٩٩١ (+١٨,٤٥٪، +٢٢,٣٠٪، +٥٧,٢٤٪) على التوالي.

٣- يُلاحظ أن التوسع الأفـقي للمسـاحات المزروعة بالمحـاصيل تتفـاوت بين عام وآخر وبين محصول وآخر بقدر مـا تتفاوت لنفس المحصول على مدى سنوات المقـارنة، فالخـضـروات والنخيل - كـأمـثلة للزيادة - كـان لها حظ أوفـر، فالخضروات بلغت ذروتها في زيادة المسـاحة بنسبة (+٦٦,١٨٪) عام ١٩٨٩، وأدناها (+٠٤,٤٪) عام ١٩٩٠ ، أما المساحة المزروعة بالنخيل فقد حظيت في عام ١٩٩١ بنسبة بلغت حوالي (+٢٢,٣٠٪)، بينما لـم تتعد نسبة مساحته في عام ١٩٨٨ (+٢٨,٠٪)، أما الفـاكهة - كمثال للتناقص - فـقد تعرضت في عام ١٩٨٩ لتـناقص حاد في المسـاحة المزروعـة بلغت نسبـته (-٧٣,٣٠٪)، ويرجع ذلك إلى عدم مـلاءمة المناخ بعناصره لكثـير من أنواع الفاكـهة، وإلى زيادة تكلفتها وبالمقـابل عدم جدواها الاقتصادية، لذا كـان التوجه نحو الزيادة في مساحات النخـيل لملاءمة أشجاره لخصائص المناخ في قطر، وتحملهـا كثيرا لتقلبات الجو، ولكونها غذاء وفـاكهة في آن واحد، أما التوسع الرأسي فنعني به زيادة إنتاجية الدونم، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٥-٩)

كميات الإنتاج (طن) ومتوسط الإنتاجية (طن/ دونم) للمحاصيل(*)

السنة	الحبوب	الخضراوات	الفاكهة	النخيل	الأعلاف الخضراء
١٩٨٨	٣٢٢٤	٢١٠٨٩	٣١٣٩	٥٢٧٠	٧٢٦١٢
المتوسط	٠,٣٢٣	١,٢١٠	٠,٤٤٣	٠,٥٨٧	٨,٦٢٩
١٩٨٩	٣١٩٢	٢٦٣٥٥	١٨٢٧	٥٢٧٩	٨٧٦٠٢
المتوسط	٠,٢٩٥	١,٢٧٥	٠,٣٧٣	٠,٥٤٦	٧,٩٦٩
١٩٩٠	٣١٣٥	٢٧٣٩٥	١٦٩٠	٥٧١٢	٨,٩٦٩
المتوسط	٠,٢٨٧	١,٢٧٣	٠,٣٨١	٠,٥٧٣	٧,٨٤٥
١٩٩١	٣٧٤٩	٣٦٨٧٧	٩٠٠	٩٠١٣	١٢٧٧٤٧
المتوسط	٠,٢٧٨	١,٦١٠	٠,١٩٧	٠,٦٩٤	٨,٥٢٦
١٩٩٢	٣٨٧٢	٤٠٦٩١	٩٧٨	٩٥٢١	١٤٦٠٥٥
المتوسط	٠,٣١٥	١,٥٨٨	٠.١٩٤	١,٢٠٠	٨,٣٤١

(*) المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص٢٣٠.

من (الجدول السابق رقم ٥-٩) نستخلص التالي:

١- نلاحظ أن كميات إنتاج الخضروات والتمور على مدى خمس سنوات في تزايد مستمر، وترتبط كل منهما في علاقة موجبة (طردية) مع المساحة، إذ تبلغ في حالة الخضروات (+٩٦, ٠)، وبالنسبة للتمور (+٩٧, ٠)، وهي كما يبدو علاقة قوية لم تفسح المساحة كمتغير مستقل المجال للعوامل الأخرى أن تؤثر على كميات الإنتاج إلا بنسب تتراوح بين (٤٪ و ٣٪) فقط، ويعني ذلك أن أي توسع أفقي يؤدي بالتالي إلى زيادة في كميات الإنتاج والعكس صحيح، ولكن العلاقة بين المساحة ومتوسط إنتاجية الدونم - رغم اطرادها - تؤثر عليها عوامل قد يصل مفعولها بالنسبة للخضروات إلى (١٥٪)، يقل تأثير هذه العوامل لتصبح (٩٪) بالنسبة للتمور، ولعل الخضروات أكثر حساسية وتأثرا بالأحوال المناخية من النخيل في بيئة صحراوية جافة، هامشية المناخات كقطر.

٢- يبدو أن أقوى العلاقات الدالية تتمثل بين المساحة وكمية إنتاج الأعلاف الخضراء، رغم التراجع في المساحة الذي صاحبه كذلك تراجع في كميات الإنتاج عام ١٩٩٠، إذ تبلغ (+٩٩, ٠)، وهذه القيمة توحي بأن الأعلاف

الخضراء من أكثر المزروعات ملاءمة لبيئة متقلبة الأنواء، بيد أن العلاقة بين المساحة ومتوسط إنتاجية الدونم لم ترق في قيمتها التي بلغت (+٥٦ , ٠) إلى القيمة السابقة، ورغم وجود علاقة موجبة إلا أن إنتاجية الدونم قد ترتبط بعوامل أخرى كنوعية البذور والسماد وطرائق الري والمبيدات الحشرية، لذا جاءت إنتاجية الدونم الممثلة للتوسع الرأسي متدنية.

٣- يتضح أن كمية الإنتاج من الحبوب متذبذبة بين عام وآخر، وهذا ما تشير إليه العلاقة الدالية بين المساحة وكمية الإنتاج، حيث بلغت (+٨٦ , ٠) شأنها في ذلك شأن كميات الإنتاج من الفواكه فبلغت قيمتها (+٨٥ , ٠)، ويحتمل أن تكون الأحوال المناخية وخصائص مياه الري ذات أثر واضح على كلتا الحالتين، ويظهر أثر هذه العوامل بشكل صارخ إذا ربطنا المساحة في علاقة مع كل من متوسط إنتاجية الدونم من الحبوب والفواكه، حيث تبدو في الأولى عكسية (-٥١ , ٠)، وفي الثانية طردية (+٥٤ , ٠)، وتقودنا هذه المؤشرات وخاصة العلاقة العكسية إلى الإقرار بأن التوسع الأفقي لا يلقي الضوء على أي توسع رأسي يخص الحبوب، ولهذا نؤكد على أن متوسط إنتاجية الحبوب لا تعتمد على المساحة بقدر ما تتأثر بالظروف الطبيعية من حرارة وأمطار ونوع التربة، كتربة البحر المتوسط والتربة السوداء في أوكرانيا.

ثانيا: النبات الطبيعي في قطر: Natural Vegetation of Qatar

اهتمت الدراسات في الآونة الأخيرة، وخاصة منذ السبعينيات بعلوم البيئة أو الإيكولوجي Ecology، فوضع الدارسون لها تعريفات جمة، وعبّروا عنها بمفاهيم عديدة، إلا أنها بالمختصر المفيد العلاقة المتبادلة بين الكائن والمكان وما يتميز به من ظروف يعيش في ظلها هذا الكائن وتحيط به، وانطلاقا من هذا المفهوم نحاول أن نستعين بعلم البيئة النباتية Plant Ecology في إلقاء الضوء على حياة النباتات الطبيعية في قطر من حيث:

١- العوامل البيئية ومدى تأثيرها على حياة النبات في قطر.

٢- تصنيف وتوزيع النبات الطبيعي في قطر.

٣- خصائص النبات الطبيعي في قطر.

١- العوامل البيئية ومدى تأثيرها على حياة النبات في قطر:

تتأثر حياة النبات في قطر بمجموعة عوامل بيئية يمكن تقسيمها إلى:

(أ) العوامل البيئية الطبيعية.   (ب) العوامل البيئية البشرية.

(أ) العوامل البيئية الطبيعية:

وقد تم تقصي أهم العوامل البيئية الطبيعية، نحاول تصنيفها كالتالي:

١- عامل التضاريس.   ٢- عامل المناخ.   ٣- عامل التربة.

١- عامل التضاريس:

على الرغم من تواضع التضاريس في شبه جزيرة قطر، وضآلة فروق التضرس المحلي، إلا أن سطح الأرض في قطر يعج بالعديد من الظاهرات الجيومورفولوجية، ولهذه الخصائص آثار طويلة المدى على تمايز واختلاف الغطاء النباتي نوعا وكثافة وتوزيعا، وليس بالضرورة أن تكون علاقة التأثير مباشرة، وإنما قد تتمثل عبر تأثيرات لها على مكونات وخصائص عناصر البيئة الأخرى، فأثر التضاريس رغم مجهريتها في بعض الأحيان يظهر بوضوح في خصائص التربة وصفاتها، وفي المناخات المحلية وموارد المياه ورطوبة الأرض، فالهضاب والتلال والحزوم تتأثر بدرجة أكبر بعوامل النحت والتعرية الهوائية والسيلية من الأحواض المغلقة والمفتوحة والمناقع، فالأولى تفتقر إلى ما يمكن أن نطلق عليه تربة، وإنما عبارة عن بقايا حصى وجلاميد صخرية قلما ينبت فيها أي نوع من النبات إلا إذا سنحت الفرصة لنمو بعضها في أماكن تواجد طبقات رقيقة من تربة تحتفظ بشيء من الرطوبة بين المخلفات الصخرية.

ولما كانت بعض صفات التربة (راجع الخصائص من ص ٣٩٩-٤١٠) كعمق القطاع الرأسي أو ضحولته يتأثر بتغير التضاريس، فإن التربة ذات القطاع الرأسي العميق تحتفظ بالرطوبة لمدة طويلة Permanent Wet Layers، وبالتالي يكسوها غطاء يتميز بكثافته نوعا ما عن الأماكن ذات التربات الضحلة؛ لأن الأخيرة سرعان ما تتبخر مياهها بحكم سطحيتها، فتجف التربة تحت وطأة الظروف الصحراوية، وبالتالي تفتقر إلى أي كساء نباتي.

ومن بين خصائص التـربة التي تتأثر بنوع التضاريس قوامـها (خشن الذرات وناعمها)، ولهـذه الصفات علاقة بتمـاسك الذرات وتفككها، ومن ثم ترتبط بها رطوبة التـربة واحتـفاظها بالمـياه أو إنفاذهـا لها، فالتـربة ذات القوام الخـشن أقل احتفاظـا بالمياه من التربة ذات القوام الناعم، والتربة المتـماسكة (الصلدة) لا تسمح بنفاذ المياه بين ذراتها، بعكس التربة مفـككة الذرات وغير المتماسكة، هذه العوامل تؤثر بشكل إفرادي أو مـجتمع في نمـو النباتات وتحدد توزيعـها، فالنبـات الحولي الذي يخضع لفرص الأمطار الشـتوية تحتضنه التربات الضحلـة، وسرعان ما يذوي وتذروه الرياح إذا حل فصـل الجفاف الطويل، في حين تعـمر النباتـات التي تنفذ جذورها بحثا عن الرطوبة في التربات العميقة وتستفيد منها.

٢- عامل المناخ:

يعتـبر المناخ من أهم العـوامل التي تؤثر في شكل الغطاء النبـاتي وتوزيعه، وينسجم هذا مع العـلاقة الوثيقة بين كل من الجغـرافيا المناخية والـنباتية، على أن المناخ لا يعمل وحده في هذا الميدان، بل يفرض مؤثراته بالتعاون مع بقية العوامل، كما أنه يقوم - بحكم تأثيره على التربة - بدور غير مباشر في تنويع الكساء النباتي وتوزيعـه من مكان إلى آخر، وسنكتـفي في هذه المعالجـة بالتركـيز على عنـاصره المتمثلة في الأمطار والحرارة والرطوبة النسبية والتبخر.

(أ/ ٢) الأمطار:

بعـد دراسـة المناخ وخـصـائصه فـي قطر تبين أنهـا تنتـمي لمناطق الجـدب الصحراوي، وأن ظروف الجدب (الجفاف) ترتبط بعاملين أساسيين هما المطر ونسبة الرطوبة، وليست العبـرة بكمية الأمطار الساقطة ولكن بقـيمتها الفـعلية، ويتوقف ذلك على مقـدار الفاقد من هذه المياه عـن طريق التبخر والتـسرب، أو على توزع المطر الفصلي، إذ كلما توافرت المياه في أي منطقة كان ذلك أدعى إلى ظهور حياة نباتية غنيـة، ويكفي لترجمة ذلك أن نضع في الاعتبـار موسم نمو النبات والأمطار المؤثرة فيه، فمـوسم النمو يقع في الفترة ما بين سبتمـبر من أي عام وأغسطس من العام الذي يليه، وبالتالي ينبغي للوقوف على أثر الأمطار أن نتبع في حسابنا لكمية الأمطار نظام الفترات وليست السنوات.

ومن خصائص الأمطار أنهـا تسقط في أشهر معدودات تمتـد من أكتوبر إلى مايو من العام التالـي، ولعل أمطار ما بعد أكتوبر وقبل إبريل ومـايو أكثر تأثيرا في حياة النبات مما سواها لأن كمية الفاقد بالتبخر تتناقص وبالتالي تتزايد رطوبة التربة، والعكس في حالة ارتفاع كمية التبخر وجفاف التربة، كما أن الزَّخَّات الشديدة التي تسقط في فتـرات مبكرة لها آثارها على الحياة النبـاتية وخاصة المعمـر منها، فنبات الحمض (كـمال البتانوني، ١٩٨٦، ص٧٧) كـالرمث والشعران والسـويد والخريزة تزهر في الفترات المبكرة (الخريف) مستفيدة من قيمة الزَّخَّات الفعلية.

والأمطار في قطر تتميز بتفاوت كمياتها زمنيا (من شهر لآخر وسنة لأخرى) (راجع فصل المناخ)، بـقدر ما تتـفاوت مكانيا، ولهـذا أثره ليس فقط على حـياة النبات الطبيعي، بل على النشاط الزراعي، كـما ينعكس تفاوتها مكانيا على توزيع النباتات وكثـافتها، فالشـمال القطري كثير في أمطاره غـني في أشجاره، والعكس يحدث في الجنوب القطري، ولعل شدة الأمطار التي تسقط في رخـة واحدة نتيجة العواصف الرعدية - قـد تستغرق بضع دقـائق - تزيد على المتوسط السنوي، هذه الكمية - رغم قلة الأمطار عموما وعدم انتظامـها - تشكل مصدرا أساسيا لرطوبة التربة والمياه الجوفية، لذا نرى كثيرا من الأماكن وقد تغطت - بعد استقبالها لأمطار العواصف - ببساط أخضر من النباتات الطبيعية وخاصة الحولية منها.

فقلة الأمطار أو نقـصها وعدم انتظامهـا وطول فصل الجفاف مـدعاة لإفراز أنواع نباتية تتميز بصفات تساعـدها على تحمل فترات الجفاف، وقسوة المناخ، كأن تنفض أوراقها كـنبات العرفج Arfag الذي يتخلص من أوراقـه في فصل الصيف الطويل، كي يحافظ على ما اختزنه من مياه طيلة فترة الجفاف فيتوقف عن النمو، ثم ما تلبث هذه البادرات أن تـتجدد وتزدهر إثر سقوط الأمطار في فـصل الشتاء، وبعضها قد تكون أوراقـه إبرية صغيرة مغطاة بطبقة شمعـية تقلل من عملية النتح، ومثالها أشجار السدر.

(ب/ ٢) درجات الحرارة:

من المسلم به أن النباتات تنمو في حدود حرارية معينة، هذه الحدود تختلف من نوع نباتي إلى آخـر، فلكل نبات حـد أدنى وحد أعلى وحد أمـثل من الحرارة



لنمـوه، وهو مـا يطلق عليـه درجات الحـرارة الحـدية Cardinal Temperature، ويتفاوت ذلك تبـعا لنوع النبات والمنطقة الـتي ينمو فيها، فـالنباتات في قطر تزداد حاجتها إلى الماء في فصل الجفاف الطويل، ولذا ترتبط بآثار المطر لا بكمياته، وإذا كانت النتائج التي استخلصناها من دراسـة المناخ قد أوضحت مدى تفاوت درجات الحرارة التي تصل إلى أكثر من (٤٠ْ) مئـوية في الظل بين الصيف والشتاء، ويعني هذا أن عملية رصـد درجات الحرارة لا تلقي بالا لأثر الإشعاع الشمـسي المباشر، وحتى لأثر الإشعاع المرتد من سطح الأرض والذي يعمل بدوره على تسخين الهواء الملامس للسطح والمحيط بالنباتات، من هنا نستشرف ما قد تتعرض له النباتات من حرارة أعلى بكثير مما تم رصده.

وأن الفروقـات الحرارية بين الصيف والشتـاء تبدو عظيمـة، ويكفينا في هذا المقام أن نعـرض لمدى التفـاوت بين الليل والنهار، فمـتوسط درجـات الحرارة في الصيف (يوليو ١٩٩٢) -مثـلا- تتراوح في محطة العطورية بين (٢٧,٥ْ و٤٠,٩ْ) مئوية، وفي فصل الشتـاء (يناير ١٩٩٢) بلغت بين (١٠,١ْ و ١٧,٧ْ) مئوية، كما أن صفاء الجو في معظم شهور السنة يزيد من فترات سطوع الشمس، فترتفع معها حرارة سطح الحمـاد الصحراوية في النهار وتنخفض في الـليل، وتبعا لذلك تزيد درجة حرارة سطح الأرض على درجة حرارة الهـواء بحوالي (٢٠ْ) مئوية، ويقودنا هذا إلى الوقوف علـى مدى التفـاوت في درجات حرارة التـربة، وهو على سطح التربة كبيـر بين الليل والنهار، مقارنة بدرجة حـرارة الهواء، ولكنه يقل كلما ازداد العمق، فـدرجة حرارة سطح التـربة قد يصل إلى (٥٠ْ) مئـوية أو أكثر في شـهر يوليو، تبلـغ على عمق (٥) سم حوالي (٤٦ْ) مـئوية، في حين تقـدر على عمق (٥٠) سم بحوالي (٣٤ْ) مـئوية، ولهذا التفـاوت الكبير أثره على الفاقـد من المياه عن طريق التبخـر، ودوره في حياة النباتات الزاحفة منها وخـاصة الحنظل (الشري Citrulus Colosynthis (Sherry، إلا أن الحيـاة النباتية الصـحراوية تتحـمل شدة الجفـاف وارتفاع درجـات الحرارة، ونادرا مـا يسبب ارتفـاع درجات الحـرارة موتا مباشرا للنبات، ولكن النقص في الميـاه أو الزيادة في عمليات النتح عاملان يؤديان إلى موته.

(جـ/ ٢) النقص في درجة التشبع:

(ضغط بخار الماء: .Vapour Pressure Deficit V.P.D)

وهو كما ذكر (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص٩٤) يفضل التعبير به عن الرطوبة الجوية؛ لأن قيمه الرقمية تعطي صورة صادقة عن حالة الرطوبة في الجو، وعن أثرها في حياة النبات، وتعبر - علاوة على ذلك - مباشرة عن حالة الرطوبة في الجو بغض النظر عن معرفة درجة الحرارة، وتفصح عن إمكانية الجو وقدرته على عملية التبخر، فحياة النبات وتوزيع أنواعها يرتبطان بمقدار النقص في درجة التشبع أكثر من ارتباطهما بالرطوبة النسبية.

والجدول التالي يوضح بعض قيم عناصر المناخ ذات العلاقة «المحطة العطورية»:

جدول رقم (٥-١٠)(*)

تسجيلات درجات الحرارة وضغط بخار الماء والرطوبة النسبية والتبخر (١٩٩٢)

الشهر	درجات الحرارة مئوية	ضغط بخار الماء ملليبار	الرطوبة النسبية ٪	التبخر ملم
يناير	١٣,٥	١٠,٢	٦٦	٤
فبراير	١٥,١	١٢,٦	٧٤	٤,٦
مارس	١٧,٥	١١,٣	٥٨	٦,١
إبريل	٢٤,٥	١٢,٢	٤٤	٩,١
مايو	٣٢,٠	١٤,٣	٣٤	١١,٩
يونيو	٣٤,٦	١٥,٤	٣٣	١٤,٢
يوليو	٣٤,١	١٦,٩	٣٥	١٤,١
اغسطس	٣٤,٩	١٨,٩	٣٧	١١,٦
سبتمبر	٣٢,٣	٢٠,٧	٤٦	٩,١
أكتوبر	٢٧,٥	١٦,٠	٤٥	٦,٥
نوفمبر	٢٣,٥	١٥,٦	٥٦	٤,٢
ديسمبر	١٨,٦	١٧,٧	٨٣	٣,٧
المعدل السنوي	٢٥,٧	١٥,١	٥١	٨,٣

(*) المصدر: إدارة البحوث الزراعية، الأرصاد الزراعية والمائية، ديسمبر ١٩٩٣، ص١٨٣، ١٨٥.

نستقي من (الجدول السابق رقم ٥-١٠) ما يلي:

١- من الممكن بمعرفة درجات الحرارة تحويل الرطوبة النسبية إلى النقص في الضغط البخاري (النقص في درجة التشبع)، حسب جداول أعدت لذلك ليس لسردها مجال هنا.

٢- تختلف قيم النقص في درجة التشبع تحت نفس الرطوبة النسبية، ويعزى ذلك إلى العلاقة الطردية بين النقص في درجة التشبع ودرجة الحرارة، بمعنى أن أي ارتفاع في درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة قيم النقص في درجة التشبع.

٣- يلاحظ أن قيم النقص في درجة التشبع تتفاوت ما بين الصيف والشتاء، وقياسا تتفاوت بين الليل والنهار في ذات المكان كما هو الحال في محطة العطورية، فهي منخفضة في أشهر الشتاء وخاصة المطيرة منها، وفي الليل، ومرتفعة في أشهر الصيف الجافة وفي النهار.

يقودنا هذا إلى إبراز دور الندى Dew في حياة النباتات، ويتكون الندى في أثناء الليل، نتيجة تكثف بخار الماء على سطوح باردة، كسطح التربة مثلا، مما يعمل على زيادة رطوبتها وخاصة الطبقة السطحية منها، ومع تكرارها سرعان ما تنشط كما أوضح (البتانوني، ١٩٨٦، ص٩٧) الأجزاء الخضرية المدفونة في التربة مكونة جذورا عرضية تمتد أفقيا وعلى أعماق محدودة كنبات الهرم الذي ينمو في منطقة دخان، علاوة على ذلك فإنه يقلل من الفاقد عن طريق النتح.

(د/ ٢) التبخر: Evaporation

يتبين من (الجدول رقم ٥-١٠) أن معدلات التبخر تتناسب تناسبا طرديا مع كل من درجات الحرارة وسرعة الرياح وضغط بخار الماء، وتبلغ قيمة العلاقة الدالية بين درجات الحرارة والتبخر (+٠,٨٨)، ولكنها تقل في حالة العلاقة مع ضغط بخار الماء فتبلغ (+٠,٦٧)، في حين يتناسب التبخر عكسيا مع الرطوبة النسبية (-٠,٨٩)، ولعل الظروف المناخية السائدة في قطر توحي بارتفاع معدلات التبخر على مدار السنة، وهذا يعني - من جانب - الحد من القيمة الفعلية للأمطار، ويعمل - من جانب آخر - على استمرار سطح التربة في حالة جافة، كما تؤدي طاقة الجو وقدرته على التبخر إلى تزايد عمليات النتح رغم أنها عملية

فسيولوجية (البتانوني، ١٩٨٦، ص٩٨)، كل هذه العوامل تؤثر على حياة النبات في قطر.

٣- عامل التربة:

عرفنا من دراستنا السابقة؛ للتربة عوامل تكوينها وخصائصها من حيث القوام والبنية واللون وسمك قطاعاتها وأنواعها، وتبين لنا أنها تعاني من مشكلات كثيرة انعكست آثارها على حياة النبات في قطر، تمثلت في توزيعها، وتعدد أنواعها، مع وجود بعض التشابه في الأنواع النباتية بين مكان وآخر، إلا أن هذا التشابه لا يعني بالضرورة التكرار المتواتر كليا، وإنما يمثل تعدد الأنواع ذات العائلة الواحدة، حيث يتميز بعضها بصفات لا تظهر بوضوح في البعض الآخر، إلا أنها استجابة لتحديات البيئة الطبيعية.

ومن مشكلات التربة القطرية ذات الأثر الواضح على حياة النبات:

(أ) النقص الدائم في رطوبة التربة ومحتواها من الماء اللازم لحياة النبات، نتيجة لندرة الأمطار.

(ب) افتقار قطاعاتها الرأسية - علاوة على رقة سمكها - إلى آفاق حقيقية من التربة، مما يقلل من فرص تخزين الرطوبة والمحتوى المائي، وبالتالي يؤثر على نوعية النباتات، بل ونموها وإنتاجيتها.

(جـ) قوامها الخشن يساعد على التسرب السريع لمياه الأمطار القليلة عبر مسامها والفراغات المتسعة نوعا ما بين ذراتها مما يضعف من كفاءتها ويقلل من شأنها في استدراج الأنواع النباتية ونموها، أما القوام الغريني ذو الحبيبات الدقيقة فترباتها - رغم احتفاظها بالرطوبة وحملها لقدر كاف من الأيونات اللازمة لتغذية النباتات - مقاومة لاختراق الجذور، ولهذا تتفاوت أنواع النباتات وحتى كثافة الغطاء النباتي تبعا لتفاوت واختلاف قوام التربة.

(د) كان لنقص المخلفات النباتية والحيوانية أثر على نقص المواد العضوية في كل أنواع التربة القطرية، وهي بدورها تؤثر على نوعية الغطاء النباتي وكثافته.

(هـ) اتضح أن (٦٪) من مساحة قطر تمثلها تربات ملحية، علما بأن المحتوى من الأملاح في الأنواع الأخرى - بالإضافة إلى كربونات الهيدروجين - نسبة



قليلة، هذه النتائج كما ذكر (Babikir, A., 1985, p. 8) تقودنا إلى الاعتقاد بأن التفاوت في الخواص الطبيعية للتربة وثيق الصلة بالتغيرات التي تحدث للنبات من الخواص الكيميائية، مما ترك أثرا واضحا على حياة النبات، وحدد النوعية التي لها القدرة على التكيف مع هذه الخصائص.

(و) تبعا لظروف الجفاف، وتباعد النباتات، تتعرض الآفاق السطحية من التربة القطرية لعمليات التعرية بواسطة الرياح، وربما تجرفها في بعض الأحيان السيول إثر عاصفة مطيرة، أو يقوم الإنسان بهذه المهمة التي يصعب حاليا تعويضها أو حتى إعادتها إلى سابق عهدها، مما يضيف عاملا آخر مؤثرا على البيئة الطبيعية وحياة النبات فيها.

وعموما فإن توزيع النباتات ونموها وأنواعها وكثافتها لا يمكن أن نعزوه إلى عامل أو عاملين فقط، وإنما نقر في ظل الظروف الصحراوية أن علاقة المياه بالهواء والتربة عوامل رئيسة، وما سواها عوامل ثانوية، لذا نستطيع أن نقرر بأن رطوبة التربة القطرية التي تعتبر كما أشار (Babikir, A., 1985, p. 10) انعكاسا لقوام التربة والمناخ (المطر والتبخر) العامل الرئيس الذي يؤدي إلى الاختلافات المكانية Spatial Variations لنباتات المنخفضات الطبيعية.

(ب) العوامل البيئية البشرية:

إذا كانت الثروة المعدنية هي مصدر القوة والتصنيع والتحول الاجتماعي في مناطق إنتاجها، فإن البترول وهو أحد عناصر هذه الثروة عماد الحياة الاقتصادية والاجتماعية وما ينجم عنها من تغيرات، انعكست آثارها على التركيب السكاني والأنشطة الاقتصادية البشرية، كل هذه الخصائص طبعت العلاقة بين الإنسان في قطر ومكونات بيئته ببصمات يمكن أن نقف عليها من دراسة التالي:

١- النمو السكاني.

٢- التنمية الصناعية.

٣- تزايد استخدام المبيدات.

٤- تزايد أعداد السيارات.

٥- شق الطرق وتعبيدها ورصفها.

٦- إنشاء الحدائق.

١- النمو السكاني:

إذا كانت العوامل الجغرافية الطبيـعية في قطر قد تحكمت قبل ظهور البترول في توزيع السكان، وفرضت عليهم أنماطا معينة، فإن البترول كمورد طبيعي رئيسي لم تتوازن مـساهمتـه في هذا التوزيع مع حجم إمكانـياته، وإنما انصب دوره على النمو السكاني، سواء أكان هذا النمو طبيعيا (مواليد -وفيات) أم عن طريق العمالة الوافدة، فـقد ازداد عدد السكان مـن (١١١١٣٣) نسمة عـام ١٩٧٠م إلى حوالي (٥٣٢٧١٩) نسـمة تقـديرات منتصف عـام ١٩٩٢م، أي أن الزيادة بلغت (٣,٨) ضعف عددهم خـلال (٢٢) عاما، ومقارنة مع تعـداد ١٩٨٦، فإن النمو السكاني بلغت نسبته خلال (٦) سنوات حوالي (٤٤,٣٪).

وهي مؤشرات تفـصح عن النمو المتواصل لعدد الـوافدين، هؤلاء الوافدون من شرق وجنوب شـرق آسيـا عبارة عن خليـط غير مـتجانس لـه العديد - رغم مساهمته في التنمية - من السلبيات أهمها: التأثير على السلوك الاجتماعي للأفراد الذين يعايشونهـم، نقل أنواع معينة من الأمراض الصحـية والاجتماعـية، الضغط المتزايد على مصادر المياه، مـشكلات النفايات والفضلات والتلوث بأنواعه، أضف إلى ذلك مشكلات تتعلق بالسكن وما يحتاجـه من هدر لمساحات كبيرة من عناصر البيئة كالنبات مثلا.

٢- التنمية الصناعية:

حقـقت دولة قطر في فترة الرخـاء النفطي إنجازات كثـيرة لتوسيع القـاعدة الإنتاجية وتقليص حـجم الاعتماد على المصدر الوحيد غيـر المتجدد، وبالتالي بناء اقتصاد متوازن يستطيع الصمود أمام التقلبات الاقتصادية الدولية، والتنمية الصناعية طريق أمثل ووسـيلة نحو تطور المجـتمع والتغلب علـى مشكلاته، ومعـرفة ذاته، فعمـدت إلى إنشاء العديد من الصناعات أهمهـا تسييل الغاز الطبيـعي، والأسمدة الكيماوية، والبتروكيماويات، والحديد والصلب، والأسمنت، والمنظفات بأنواعها، ومناشط أخرى تتمثل في المحاجر والمناجم، والسماد العضوي.

ومما لا شك فيه أن لكل صناعة دورها في التنمـية، ولكن لا يفوتنا أن نشير - ما دمنا نبحث عن التنمية المتوازنة - إلى آثارها السلبـية على البيئة، فالصناعات

لها إفرازاتها وفضلاتها كثاني أكسيد الكربون، ومواد قد لا تستوعبها عناصر البيئة أو تحللها فتتكاثر وتتزايد، ومن ثم تشكل عبئا على البيئة وملوثا لها، والنفايات والمخلفات تمارس دورها في الإخلال بعناصر البيئة ونظمها، وما دامت الحياة النباتية عنصرا بيئيا يتأثر بطريق مباشر أو غير مباشر بهذه الملوثات، فإن على المشرعين والمخططين أن يضعوا في حساباتهم حدود التأثر البيئي، وبدائل الضبط الذاتي لها.

٣- تزايد استخدام المبيدات:

من واقع الجداول والإحصاءات التي تنشرها إدارة البحوث الزراعية والمائية، تبين أن المبيدات الزراعية الموزعة كالميثاك والإكراثين والدايمكرون والملاثيون وغيرها، قد تزايدت كمياتها من (١١١٣٦) لترا في عام ١٩٩١ إلى (٢١٧٦١) لترا عام ١٩٩٢، وينسحب هذا على عدد آخر من المبيدات، ولعله أمر طبيعي لمواكبة التنمية الزراعية، بيد أن الإفراط في استخدامه واستعماله له عواقبه الضارة، إذ ربما تكتسب الحشرات والديدان والآفات المستهدفة مناعة تحصنها من آثاره، في حين أن ما ينفع المزروعات والنباتات يتم القضاء عليها، أضف إليها انعكاساته السلبية مباشرة كانت أو غير مباشرة، على كل من حياة الإنسان والحيوان.

٤- تزايد أعداد السيارات:

اتضح من بيانات (**الجهاز المركزي للإحصاء، العدد ١٣، يوليو ١٩٩٣، ص٣٧١**) أن عدد المركبات والسيارات يتزايد بشكل يتفق والتطور الاقتصادي والاجتماعي، ففي عام ١٩٨٨ بلغ عددها (١٥٤٩٦٣)، أصبح المسجل منها عام ١٩٩٢ (١٩٢٨٤٨)، بزيادة قدرها (٢٤,٥٪) خلال خمس سنوات، ورغم أن وسائل المواصلات والنقل أضحت من ضرورات الحياة، إلا أن لها من المثالب والسلبيات والمضار إذا ما أسيء استخدامها الكثير، وخاصة على الحياة النباتية في قطر، وعلى تدهور التربة وتعريتها علما بأن بَرّ قطر أصبح معروفا ومألوفا لدى الكثير، وهناك سباق السيارات الذي يساهم - بغض النظر عن منافعه المؤقتة - في إتلاف الغطاء النباتي ويعمل على تفكك التربة السطحية وتركها سائبة تذروها الرياح، دون أن نضع في حساباتنا: كم من آلاف السنين تم تجمعها وبناؤها؟،

وكم هي ضرورية لحياة النبات؟، وتعني تعريتها وتدهورها أن كمية الأمطار التي تستقبلها قطر تفقد كفاءتها وفاعليتها.

٥- شق الطرق وتعبيدها ورصفها:

تميزت فترة ما بعد البترول بشق وإنشاء العديد من الطرق، فنظرة إلى خريطة قطر، يتبين أن الطرق سواء المرصوف منها أو المعبد تتوزع على جميع أنحاء الدولة إنطلاقا من الدوحة التي تمثل عقدة المواصلات، ومن البديهي أن يرتبط إنشاء الطرق وتعبيدها بعملية التنمية، ولكن لنعلم أن لهذا آثاره على حياة النباتات الطبيعية إذ لا تقتصر إزالة الغطاء النباتي على المساحة المخصصة للطريق، وإنما تستخدم وتستغل مساحات أخرى على جوانب الطريق قد تصل في عرضها إلى مترين أو ثلاثة أمتار وعلى طول الطريق.

٦- إنشاء الحدائق:

أدت الطفرة العمرانية في الآونة الأخيرة إلى إنشاء العديد من الحدائق الخاصة منها والعامة، ويستدعى هذا الأمر جلب كميات من التربات المتوافرة محليا في أراضي الروضات، ولعل استنزاف هذا الكم من التربات له توابعه وخطورته، ليس فقط على تفريغ الروضات من محتواها من التربات، وإنما له جوانبه السلبية على مصادر المياه، وعلى حرمان أنواع عديدة من الأشجار والشجيرات والأعشاب من أن تنمو أو حتى تعيش في ظل تربة محدودة الخصائص كتربات قطر، بل وربما تنمو شجيرات ضررها أكثر من نفعها كأشجار الهرم، وقد استدركت الدولة خطورة جرف التربة وما يترتب عليها من نتائج، فعمدت الدولة إلى استصدار بعض التشريعات ذات العلاقة بحماية البيئة وموارد البلاد الطبيعية، إيمانا منها بصعوبة تعويضها، وحرصا منها على توفير بيئة ينعم فيها كل من يعيش على ثراها، ويتنسم من هوائها، ويرتوي من مائها، ويتفيأ ظلال أشجارها.

٢- تصنيف وتوزيع النبات الطبيعي في قطر:

تشتمل الأنواع النباتية في قطر كما ذكر (Obied, M., 1975, P. 7) على أكثر من (٢١١) نوعا Species، تمثل في حقيقة الأمر (١٥٦) جنسا Genera، تنطوي

جميعها تحت (٤٦) عائلة نباتية Family، إلا أن الدراسة التي قام بها (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص١٢٤) تشير إلى وجود (٣٠٢) نوعا من النباتات، تندرج في عدد من الأجناس يبلغ حوالي (٢٠٧)، وهي جميعا تنتظم في (٥٦) فصيلة، وهو أمر ليس غريبا أن تتباين الأنواع أو تتفاوت الأجناس، أو تختلف العائلات؛ لأن الفترتين التي رصدت فيهما هذه الأنواع، بينهما فاصل زمني يبلغ في حدود (١١) عاما، وهي مدة كفيلة بأن تظهر في أثنائها أنواع جديدة لم يتم رصدها من قبل، أو أنها دخلت حديثا إلى قطر.

ومهما اختلفت التصنيفات، فإننا ندرك عظم الفائدة التي نجنيها إذا تمت دراسة النباتات في قطر من خلال التوزيع المكاني لمجموعاتها، باستثناء مجموعتين من النباتات الطبيعية، لم نتبع في معالجتهما ذات المنهج، بل نحونا منحى يتفق مع أنواعهما، لأنهما ينتشران في كثير من مناطق قطر.

ولعل هذا الاتجاه يقودنا إلى التعرف على الخصائص النباتية لكل نطاق، بالإضافة إلى خصائصه المناخية، وأنواع التربة التي تنمو فيها مختلف النباتات؛ لأنها تختلف من بقعة إلى أخرى تبعا لاختلاف طبيعة سطح الأرض الذي يكون في كثير من جهات قطر صخريا، وفي بعضها مغطى بفرشات وخيوط وكثبان رملية، أو تكسوه في أحيان أخرى طبقات من الحصى والزلط، فالجهات الصخرية والحصوية، علاوة على مناطق السبخات، أفقر مناطق قطر في نباتاتها الطبيعية، بينما تظهر أصلح المواضع لنمو النباتات في المناطق التي ينخفض مستوى سطحها عما جاورها، حيث تنحدر إليها مياه الأمطار الفائضة في فصل الشتاء القصير، وغالبا ما تتكون تربتها من المواد الطينية والسلتية والرملية التي جلبتها الجداول والمسل المائية من الحزوم المجاورة، وعلى هذا الأساس يمكن تحديد ستة أنماط من المجموعات النباتية، وهي:

(أ) مجموعة نباتات مناطق السبخات الساحلية:

Coastal Land Sabkhah Community Types

تشغل مناطق السبخات - كما ذكرنا سابقا - حوالي (٦٪) من مساحة قطر، ويميزها سطح مستو، ومناسيب تتراوح ما بين مستوى سطح البحر عند الهوامش،



و (-٥) أمتار دون مستوى سطح البحـر، وتوصف ترباتها بأنها ملحية رطبة، ذات تصريف رديء Bad Drainage، وكثـيرا ما تتـعرض لطغيـان مياه البـحر في أثناء فترات المد العالي High Tide، ويقترب مـستوى المياه البـاطنية بشكل واضح من سطح الأرض فيها، واسـتجابة لطبيعة هذه الـبيئة وخصائصهـا، تنمو نباتات ذات مواصفات معينة تساعدها على تحمل ملوحة التربة، وهي نباتات عشبية دائمة النمو Perennial، يبلغ ارتفاعهـا حوالي (نصف) متر، أوراقـها خضراء، تختلط مـعها أنواع متشـابهة تتجدد حيـاتها كل عام Annual، كالحميض Humied الذي ينتمي لعـائلة Polygonaceae تحت نوع Rumex Vesicariusl، ولا يسـتـفـاد منهـا في الوقود، إلا أنها تـستخدم كأعـشاب ترعاها الإبل، وفيـما يلي بعض الأنواع التي تنضوي تحت عشائر النباتات الملحية الساحلية Halophytic Coastal Communities وتتضـمن النباتات القطرية (٢٥) نوعـا من النباتات الملحـية Halophytes، يسود بعضـها عشائر نبـاتية، ويمكن تمييز (٩) عـشائر نباتيـة يغلب عليها نباتات ملحـية مختلفة نجدولها على النحو التالي:

الاسم المحلي	الاسم العلمي	مناطق توزيعها
(١) القرم Qerm	Avicennia	سبخات الذخيرة.
(٢) القلام Qullam	Arthrocnemum glaucum	سبخات شمال قطر
منها الذنون	Cistanche phalypara	
القطف	Limonium axillare	
(٣) الثيلوث Thayluth	Halocnemum strobilaceum	البيئة الساحلية الأقل تعرضا لمياه البحر.
(٤) الخريز Khoreiz	Halopeplis perfoliata	ساحل خليج سلوى وخاصة نطاق الحزوم.
(٥) السويد (جرم) Girm	Suaeda vermiculata	قرب أبو سمرة ترافقه نباتات العكرش والخريط.
(٦) القطف Cataf	Limonium axillare	جنوب غرب قطر (قرب أبوسمرة).
(٧) العكرش Ikrish	Aeluropus lagopoides	السبخات الساحلية.
(٨) الحمض Himd	(الشعيران) Anabasis setifera	قرب السبخات الساحلية ترافقه نباتات الهـرم والقطف والسـويد والرمث والثندة وأم وجع الكبد
(٩) الهالوبيرم	Halopyrum mucronatum	جنوب غرب قطر وخاصة ساحل خليج سلوى.
(١٠) إسبوروبولس	Sporobolus arabicus	السبخات الملحية الساحلية والداخلية، ومجاري المسل.

(ب) مجموعة نباتات الأراضي الرملية الساحلية:

Coastal Land Sand Community Types

تغطي الرمال بأنماطها المختلفة وتوزيعها المكاني المتباين (٣٪) من مساحة قطر، وتتركز بصفة خاصة على طول السواحل القطرية والجزء الجنوبي منها، وهي رمال كلسية، خشنة القوام، تحتوي على بقايا حيوانات وقواقع بحرية، ويبلغ سمك قطاعها بين (١٢٠-١٥٠) سم.

تتميز الرواسب الرملية الساحلية بالملوحة، وباحتوائها على نسبة من كربونات الكالسيوم تتراوح ما بين (١٢,١ و ٢١,٤٪) لذا تنوعت الحياة النباتية الطبيعية في هذا النطاق، فنلاحظ أن المناطق الساحلية ذات السطح المستوي تنمو فيها نباتات صحراوية تتمثل في الرشا (الثندة) Cyperus conglomeratus v. effusus، وهي من النباتات الحولية، ونوع من أنواع الحلفا، ومن خصائصها أنها تنمو في تربة تقل فيها نسبة تركز الأملاح، كما تمتد جذورها وتتعمق في التربة نحوا من مترين (محمد متولي، ١٩٧٠، ص١٦٠)، وتختلط معها أنواع كثيرة منها:

الاسم المحلي	الاسم العلمي
مليح Melleih	Arnebia hispidissima (Lehm) De
غبشة Ghabsha	Moltkioposis ciliata (Forssk.) Johnst
حواء Hawa	Launaea undicaulis (L.) Hook. f.
جثجاث Githjath	Pulicaria crispa (Forssk.) et. Hook. f.
صخبر Sakhbar	Sprobolus spicatus
الثمام Thumam	Panicum turgidum Forssk.
جعد Gaad	Teucrium pilosum (Decene) Asch. and Schwinf.

وتنمو في السهول الرملية الساحلية المتموجة أنواع من النباتات يطلق الأهالي عليها اسم قطف Qataf وتعرف عالميا باسم .Limonium axillare (Forssk.) Ktze تختلط معها أنواع من الثندة Thunda والهرم Harm والذانون (الذؤنون) Danon ويقابل الاسم العلمي .Cistanche phelypaea (L.) Cout، وفي الداخل تأخذ المنطقة الرملية في الارتفاع، بحيث يختلف الوضع عما كان عليه بجوار الشاطئ،

إذ ينمو نبات الثمام Thumam في الأراضي التي تعلو مناسيبها بنحو (٣٠) م عن مستوى سطح البحر، والتي تزيد نسبة الرمال في تربتها، ومعنى ذلك أن هذا النوع من الأعشاب الحولية لا يميل إلى التربات المشبعة بالمياه، أو التي تقترب فيها المياه من سطح التربة، وقد شوهدت هذه النباتات ترافقها أنواع من الصخبر Sakhbar، وهي من النباتات الصغيرة التي لا تعلو عن سطح الأرض أكثر من متر، ويستخدم للوقود، والغرز Garaz ويقابله Chyrsopogon aucheri، وهو من النباتات القزمية، بالإضافة إلى الأنواع التي يوضحها الجدول التالي:

الاسم المحلي	الاسم العلمي
رقروق Ragrog	Helianthemum lippii (L.) Pers.
مصيلمو Misailimo	Dipcadi erythracum Wlebb and Berth.
بروق Barwaq	Asphodelus fistulosus L.C. tenuifouis cav.
خيسة Khaisa	Halophyllum tuberculatum (Forssk.) A. Juss.
لوميا Lomia	Carduncellus ericocephalus Boiss
قريطة Goreita	Plantage ciliata Desf.

ولهذه النباتات أهميتها كمراع صحراوية فقيرة، تقتات عليها مجموعات الإبل الهائمة في قلب الصحراء القطرية، وغذاء لقطعان الماعز محدودة الأعداد، فضلا عن بعضها التي يأكلها الأهالي كالمصيلمو.

(جـ) مجموعة نباتات الكثبان الرملية: Sand-dunes Community Type

تتكون هذه المناطق من رمال كوارتزية خشنة الحبيبات، تساعد على تسرب مياه الأمطار بسرعة، لذا تفتقر إلى الحياة النباتية، ومع ذلك قد تنمو بعض النباتات على قرنَيّ الكثيب كالثمام Panicum turgidum Forssk، والرشا Cyperus conglomeratus v. effusus، وهي نباتات كالحبوب ذات رائحة جميلة، والجمل هو الحيوان الوحيد الذي يقوم برعيها، بينما ينمو نبات الهرم Harm أمام الصباب، وبين قرني الكثيب، فوق أرض الحماد التي لا تخلو - بحكم موقعها - من الرمال التي تتخلل الحصى والحصباء.

(د) مجموعة نباتات الروضات: Rodha Community Type

يرصع سطح شبه جزيرة قطر العديد من الروضات، وهي عبارة عن أحواض مغلقة أو مفتوحة من إحدى جهاتها، تنصرف إليها مياه الأمطار بحكم انخفاضها عما جاورها من أراض وحزوم، مما أتاح الفرصة أمام الرواسب الطينية والسلتية والرملية بالتجمع داخلها، منقولة من الأكمات Hillocks التي تبدو متغضنة في رواب تطوق هوامشها، ولا تقتصر مجموعة الروضات المتناثرة في جميع أنحاء قطر على كونها مناطق زراعية فحسب، بل تعتبر موطنا رئيسا للنباتات الطبيعية الصحراوية لتوافر شروط نموها، وتتمثل هذه النباتات في مجموعة الأعشاب والشجيرات العصيرية المعمرة منها والحولية مثل: Ziziphus nummulraia (Burn. f.) Weight et. arn. وهو نوع من نباتات السدر Sidr، وكذلك Acaciatortillis (Forssk. Hayne) ويماثل نبات السمر Samar، بالإضافة إلى نبات العوسج Awsaj ويعرف عالميا باسم Lycium shawii Roem et. Sch.

وتختلط بالمجموعات النباتية الرئيسة السابقة أنواع متباينة من الأعشاب والشجيرات ترسم خطوطها العريضة كمية الأمطار الفصلية التي لا تتعدى بضعة سنتيمترات في المتوسط، بينما تحددها تفصيلا أنواع الترابات التي تتفاوت فيما بينها تفاوتا نسبيا (راجع فصل التربة)، وتبعا لذلك فإن الأنواع النباتية تختلف بين الشمال والوسط والجنوب، وعلى هذا الأساس سنعرض لأقسام قطر الثلاثة حتى نقف على خصائصها النباتية والعوامل التي تشابكت وتعاونت في سبيل إبراز هذه الخصائص، ومدى كثافتها وتنوعها وتوزعها داخل كل قسم:

١ - أعشاب وشجيرات القسم الشمالي:

تشكل تربة الروضات في شمال قطر (شمال مزرعة الحكومة) نطاقا يمتد باتجاه الشمال الغربي، حيث تتميز بقوام دقيق نسبيا تمثله رواسب الطين والسلت، وبقطاع رأسي متميز مقارنة بمثيلاتها من الترابات التي تغطي أرضية الروضات في الوسط والجنوب، وبأمطار تبدو أكثر غزارة وفاعلية، تمثل أحد العوامل الرئيسة التي انعكست آثارها على حياة النباتات الطبيعية، وحددت أنواعها، وتنفرد الروضات بالأنواع التالية:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
Aizoon canarience L.	الجفنة (الشفنة) Chafna الحدق
Filago prolifera Pomel.	عش الغزال Ish El Ghazal
Launaea nudicaulis (L.) Hook. f.	حوا (لصيق Hawa (Lesseiq
Reichardia tingitana (L.) Roth.	مرار Murrar (خزام Khuzam)
Varthema candicans (Del.) Boiss	
Andrachne telephoides L.	حويمضة Howeimda (لبانة Libbana)
Cynodon dactylon (L.) Pers	نجيل Nagel
Hyparrhenia hirta (L.) Stapf.	غرز Gharaz
Stipagrostis plumosa v. plumosa (L.) Munro ex T. Andres (= Aristida plumosa)	(صفصوف - حميرة Safsoof - Hemeira)
Ramex vesicarius L.	حميض Humeid
Scrophularia deserti Del.	زيتة Zeita (عفينة Efina)
Zygophyllum coccineum L.	الهرم Harm (رطريط Ritreit)

٢- أعشاب وشجيرات وسط شبه جزيرة قطر:

يمتد هذا القسم ابتداء من جنوب مزرعة الحكومة ليضم منطقة الخور وأم صلال والمنطقة الواقعة بين «الدوحة - أم باب»، ويتميز عن سابقه بأن النباتات الطبيعية التي تنمو في رياضه أكثر احتمالا للجفاف Drought Tolerant، كما أن ترباته تقل عمقا وتزداد فيها نسبة المسفي من الرواسب الرملية، وتتمثل أنواعها الرئيسة في الجدول التالي:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
Blepharis ciliaris (L.) B. L. Burrt.	شوك الضب Shoak El-dab
Aerva Javanica (Burm. f.) Spring	ثويم Twaim (طرف Tarf او الروا El Rawa)
Leptadenia pyrotechnica (Forssk) Decne.	المرخ Marakh
Polycarpaea repens (Forssk.) Asch. & Schweinf.	مكور Makkor (كميلة Qameyla)
Iflaga spicata (Forssk.) Sch. Bip.	شجرة المعزة Shajarat el Ma'eeza
Launaea capitata (Spreng.) Dandy	حواء Hawa (بقراء Bagr'a)
Rhanterium eppaposum Oliv.	عرفج Arfaj
Savignya parviflora (Del.) Webb ap. parl.	جرجيس Girgees (رشاد جبلي Rashad Jabali)
Zilla spinosa (Trra) prantl.	شجاء Shaja (سلة Silla)
Erodium bryoniaefolium Boiss	دهمة Dahma
Cenchrus ciliaris L.	غرز Gharaz
Stipagrostis lanata (Forssk.) De Winter	صمعة - حمري Sam'a-Himri (هلتة Halta)
Astragalus sieberi DC.	صمعة - حمري
Astragalus tribuloides v. minutus Boiss	صمعة حمري
Hippocrepis bicontorta Loisel	جيجي Giji
Trigonella anguina Del.	جيجي Giji
Asphodelus fistulosus L v. tenuifloius cav.	بروق Barwaq (بصل إبليس Basal Iblis)
Neurada procumbens L.	السعدان Saadan (لصيق Losseiq)
Flantago ciliata Desf.	القريطة Goreita
Portulaca oleracea L.	البربير Barbir (الرجلة Rigla)

٣- أعشاب وشجيرات جنوب قطر:

يطلق على هذا القسم مـجازا بالجنوب الرملي Sandy South، لأن الكثبان والفرشات والخيوط الرملية بأشكالها الجيومـورفولوجية ظاهرة شائعة الانتشار فيه، وتتميز قطاعات التربة في هذا القسم بضحـولتها، وتتشكل من مواد كلسية تعلوها طبقات من الرمال، ويوحي ذلك إلى خلو المنطقـة من الحياة النباتية، إلا أن الواقع يؤكد على ازدهارها وخاصـة في الأراضي التي تتخلل الكثبان الرملية الثـابتة نوعا ما؛ لأن الكثبان الرملية تعـتبر أحسن مخزن تختزن فيـه مياه الأمطار الصحراوية، وأكثر النباتات انتشارا في هذا القسم تتمثل في التالي:

الاسم المحلي أو العربي	الاسم العلمي
الحرش Harash (الدراري Darari)	Aristida meccana Hochst.
الحرش Harash	Lasiurus hirsutus (Forssk.) Boiss.
الحرش Harash	Sporobolus spicatus (Vahl) Kunth.
الحرش Harash	Hippocrepis constricta Kunze

وهناك نباتات مشتركة بين الأقسام الثلاثة يمكن توضيحها على النحو التالي:

١- نباتات مشتركة بين الشمال والوسط:

الاسم المحلي أو العربي	الاسم العلمي
العترة Atra (الجراوة)	Glossonema edule N. E. Br.
ملبو - حظمي Milbo-Hazmi (حاتمي Khatimi)	Convolvulus pilosellifolius Desr. in Lam.
الشري Sherry (حنظل Hanzal)	Citrullus colosynthesis (I.) Schrad.
عشرج البر Ashrag El Bar	Cassia italica (Mill.) Lam. ex Stend.

٢- نباتات مشتركة بين الشمال والجنوب:

الاسم المحلي أو العربي	الاسم العلمي
المليح Melleih	Arnebia hispıdıssima (Lehm.) DC.
داهيان Dahian	Solerocephalus arabicus Boiss.

٣- نباتات مشتركة بين الشمال والوسط والجنوب:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
Pulicaria crispa (Forssk.) Benth. et Hook. f.	الجثجاث Githjath (سبت Sabat)
Acacia tortilis (forssk.) Hayne	السمر Samr
Ziziphus nummularia (Burm. f.) Weight et Arn.	السدر Sidr (النبق Nabag)
Lycium shawii Roem. et Sch.	العوسج Awsaj
Fagonia indica Burm. f. (= F. Parviflora Boiss.)	العوسج Awsaj
Zygophyllum simplex L.	الهرم Harm (القرمل Garmal أو ام تريب Umm Threib)

(هـ) مجموعة نباتات السمر: Acacia tortilis Community Type

وهي إحدى مظاهر الحياة النباتية المعمـرة، ومن نباتات هذه العشيرة السمر، إذ يعتبر من أهم الملامح الشائعة الانتشـار، ويطبع سطح قطر بطابع مميز، فشجيرة السمر لا يزيد ارتفاعها على ثلاثة أمتـار، وتنمو في مختلف التربات، عدا مناطق الرمال الساحلية والكثبان الرملية ومناطق السبـخات، ويشيع انتشارها بصفة خاصة في مناطق الروضـات، وتـلازم في نموها قنوات الميـاه الصـغـيـرة Small Water Runnels التي طبعت مجاريها فوق التربات الصخرية.

وتشاهد شـجيرات السـمر في عائلات متماثلة ونقـية Pure Stands حيث تتجمع مع بعضها في معـزل عن بقية النباتات الأخرى في الجنوب القطري، أو قد تختلط مع نباتات السدر والعوسج، وهو نمط من الأشجار يتميز بأحجامه وأشكاله المختلفة، بحيث يعكس أثر كل من البيئـتين الطبيعية والحيوية Natural and Biotic Factors فالروضات التي تشغلـها شجيرات السمر في شـمال قطر، خشنة القوام، تتمـيز بضحولة قطاعـاتها الرأسيـة، فتختلط مـعها في هذه البـيئة نباتات أهمـها: الجثجاث Githjath والعوسج Awsaj والهرم Harm، فإذا ما تزايدت نسبة الرمال التي تسفيـها الرياح في تربة الروضات وخاصة في القسم الجنوبي مـن شبه جزيرة قطر، تلازمها بالإضافة إلى العوسج والثمام Thumam أنواع نباتية منها: السعدان Sa'dan والعرفج Arfaj والعترة Atra والرقروق Ragrog.

(و) مجموعة نباتات السدر: Ziziphus Numularia Community Type

يقتصـر نمو أشجار هذه العشيـرة على مناطق الروضات ذات التربة الفيـضية العميقة والقوام الناعم مقارنة بالتوزيع الأفقي لأشجار السمر التي تنتشر على نطاق واسع في شـبه الجـزيرة، ومع ذلك فإن أشـجار الـسدر تظهـر أحيـانا في مناطق الرواسب الصلبة والمتمـاسكة كمجموعـات نقية، في حين تختلط بأشجـار السمر والعوسج في الأجزاء الوسطى والجنوبية من قطر، وفي شمال قطر يرافقها نوع من الأعـشاب النجـيلية (الثـيل) Cynodon doctylon (L.) Pers، أما النبـاتات التي ترافقهـا في الجنوب القطري فأهمهـا الشجاء Zilla spinosa (Turra) Prantl، كما تنمو في ظل أشـجار السدر بعد فـترة الأمطار القصيـرة والعفوية مجـموعات من النباتات العشبية القزمية، تكسـو الأرض ببساط أخضر، سرعان ما يذبل ويتمزق، فينكشف سطح الأرض عن تربة تتعرض فيما بعد لعمليات التقشر والتشقق.

ومن أهم النباتات الملازمة لعشيرة السدر - إضافة إلى ما سبق - ما يلي:

الاسم المحلي أو العربي	الاسم العلمي
الشفلح Shaflah (شوك الحمار Shoek el-homaar)	Capparis aegyptia Lam.
العلد 'Ald	Ephedra ciliata Fisch. et Mey ex C A. Mey
الملوخية البرية Molokhiat el-bar	Corchorus depressus (L.) Christens.
القرضي Qordi (علندر، 'Alandra)	Ochradenus baccatus Del.
خاتمي Khatimi (ملبو - حظمي Milbo-Hazmi)	Convolvulus pilosellifolius Desr. in Lam
الصمعة - حمري Sama'-Himri	Stipa capensis Thunb.
الحلبة البرية Hilba-barria	Trigonella stellata Forssk.
الحلبة البرية Hilba-barria	Tngonella hamosa L.
ام ثريب Umm Thraib (قليقلة Qelaiqelah)	Spergularia diandra (Guss.) Boiss.
ثواط Thowwaat	Sisymbnum erysimoides Desf.

٣- خصائص النباتات الطبيعية في قطر:

تبين لنا من دراسة العوامل التي تؤثر في توزيع النبات الطبيعي في قطر أهم المشكلات التي تعـاني منها هذه الـنباتات وحـجمـها، ولعل نقص الماء في التـربة وارتفاع درجات الحرارة وما يترتب عليها من عوامل أخـرى مباشرة أو غير مباشرة



لُبُّ المشكلة، لذا أنعم الله على النباتات الصحراوية وميزها عن غيرها بصفات وخصائص معينة تستطيع من خلالها التكيف Modify مع قارية المناخ وقسوته، ومع نقص الأمطار Insufficient ورطوبة التربة.

ويتمثل تكيف النباتات وملاءمتها لهذه الظروف في **صفات شكلية ظاهرية**، وفي **صفات تشريحية** (تركيبة النبات الداخلية)، أو **صفات فسيولوجية** (أي في مدى استجابة العمليات الحيوية للظروف البيئية، أو **صفات سلوكية** تجاه هذه الظروف (**كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص٢٧٣**)، فقد يضرب بعضها بجذوره في الأعماق ليصل إلى مستوى المياه الباطنية، أو قد تشغل بيئات موضعية كأن تتخير توزع الشقوق فتلازمها أو تحتمي بالكتل الصخرية وجلاميدها كالطحالب، وقد تتحور - في بعض النباتات - أوراقها فتصبح إبرية أو شوكية مغطاة بطبقة شمعية فتقلل من عملية النتح.

وعلى العموم فإن أهم ما يميز البيئة الطبيعية في قطر، أن كمية الأمطار الساقطة عليها ليست كافية إلا لنمو بعض الأعشاب والشجيرات القصيرة Shurbs، والنباتات الشوكية السميكة الساق والأوراق، وهي صفات وخصائص تتحايل بواسطتها على ظروف الجفاف الشديد، لذا نعتت بالجفافيات Xerophytes، ولا يتعدى معظمها في ارتفاعه مترين أو ثلاثة أمتار، وعلى ضوء ذلك يمكن التمييز بين الأنواع الثلاثة الآتية:

نباتات تتحمل التجفيف، نباتات وأعشاب جولية، نباتات دائمة.

(أ) نباتات تتحمل التجفيف: Desiccation Tolerant Plants

وهي نباتات كما ذكرها (**كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص٢٧٥، ٢٧٦**) تفقد ما تحتويه من ماء وتتعرض لعملية تجفيف، ومع ذلك تستعيد حيويتها ونشاطها في حالة توافر الماء؛ لأن البروتوبلازم ما زال حيا، ومن أنواعها الأشن Lichens، وهي كائنات تتوافر لها خصائص وصفات الطحالب والفطريات الصحراوية، فقد تنمو بحكم تحملها للتجفيف على سطوح الصخور، بيد أن معدلات نموها تكون محدودة ويتوقف بمجرد توقف التمثيل الضوئي، إلا أن هذه العملية الحيوية تبلغ ذروتها عندما يكون الضوء ضعيفا، وذلك قبل بزوغ الشمس،



حيث يكون الجو رطبا، فإذا بلغت الرطوبة النسبية أكثر من (٨٠٪) استفادت هذه النباتات من الرطوبة الجوية ودبت فيها الحياة من جديد.

(ب) النباتات والأعشاب الحولية: Annual Plants

قد يتبادر إلى الأذهان أن أراضي قطر الصحراوية ترادف الخلو من النباتات الطبيعية، ولكن الأراضي القطرية التي تبدو وكأنها خالية من كل حياة نباتية، تنتظر رخات المطر التي تسقط في فترات قصيرة ومحدودة، فسرعان ما تتحول إلى رقعة خضراء، حيث تنمو على إثرها نباتات فصلية تتجنب الجفاف Ephemerals وليس لها خواص مقاومته، وهي - على العموم - تنهي دورة حياتها في فترة قد تقصر فلا تتجاوز بضعة أسابيع، وقد تطول فتستمر طيلة فصلي الشتاء والربيع، وتظل هذه النباتات خلال فصل الجفاف على شكل بذور جافة كامنة في التربة حتى يحين موعد سقوط الأمطار، فتنبت ثانية وتزدهر بسرعة.

هذه النباتات تختلف من مكان إلى آخر، تبعا لاختلاف طبيعة التربة والتضاريس، وتباين عناصر المناخ والفصول، وتمثلها الأنواع الحولية التالية:

اسم النبات أو العائلة	الحيوانات التي ترعاها			استخدامات أخرى
	إبل	أغنام	ماعز	
جفه Aizoon cannnense	×			تؤكل أوراقه خضراء
عترة Glossonema edule (تسمى ثمرتها الجراوة)				تؤكل أو تطبخ ثمارها
هيثم Bassia muricata			×	
لسان الطير Chenopodium mural	×	×	×	
خرشوف Carduncellus eriocephalus				يأكله الأهالي
مرار Centaurea sinaica	×	×	×	
حوة Launaea nudicaulis	×	×	×	
حوة Launaea capitata				تؤكل الأوراق وهي غضة
كرمب الصحراء Erucaria crassifolia	×			
جرجيس Savignya parviflora (رشاد الجبل)	×			
صفيرة Schimpera arabica	×	×	×	
مليح Frankenia pulverulenta		×	×	
دهمة Erodium bryoniaefolium	×	×	×	(يسمى كيشه أو تمير Timmair)
عجير Erodium Glancophyllum	×	×	×	
عجير Erodium neuradifolium	×	×	×	
دهمة Monsonia nivea	×	×	×	
حرش (دراري) Aristida meccana	×	×	×	
صمة Cutandia memphitica	×	×	×	
شيزمس Schismus barbatus		×	×	
سفينوبس Sphenopus divaricatus		×	×	
صمعة Stipa capensis	×		×	لا ترعاه الحيوانات إذا جف
حلق Astragalus corrugatus		×	×	
حلق Astragalus eremophilus		×	×	
حلق Astragalus tribuloides		×	×	
جيجي Hippocrepis bicontorta		×	×	
جيجي Hippocrepis constricta		×	×	
نفل Medicago aschersoniana		×	×	
حندقوق Melilotus indicus		×	×	
حلبة برية Trigonella hamosa		×	×	
نفل Trigonella Stellata		×	×	
دحريج Vicia monantha		×	×	
بروق Asphodelus fistulosus	×	×	×	يؤكل وهو جاف
ختمة Althaea ludwigii		×	×	
السعدان Neurada procumbens		×	×	
القريطة Plantago ciliata	×	×	×	(وتسمى لسان الحمل)
وضينة Plantago coronopus	×	×	×	
وضينة Plantago lanceolata	×	×	×	
عيمة Plantago ovata	×	×	×	
حميض Rumex vesicarius		×	×	
نعام Reseda arabica	×	×	×	وهو ديل الخروف ويؤكل عندما يجف
حرشوم Tribulus terrestris	×		×	(ويسمى شرشار او صريسة)
قرمل Zygophyllum simplex	×	×	×	(ويسمى الهرم او أم ثريب)

(جـ) النباتات الدائمة: Perennial Plants

هذا النوع من النبات ننعتهـا بالجفافية Xerophytes المعمرة، وتمثل النباتات الصحـراوية الحقيـقية، فلهـا من الصفات مـا يمكّنها من مـلاءمة نفسـها مع ندرة الأمطار، وظروف الجـفاف وخـاصة الحـرارة المرتفعـة، وذلك عن طريق التحـايل والمقاومة والحد من احتـياجاتها ومتطلباتها من الماء، فهناك صفـات شكلية كالتعمق في التربة لـتستطيع بجـذورها الطويلة والمتشـعبة في كل الاتجـاهات أن تصل إلى الرطوبة فتستخلصها كنبات الشري Citurullus (الحنظل)، والمرخ Leptadenia.

وقـد تبني حـول نفـسهـا أكـمـات رمليـة كالثـمـام Panicum والعكرش Aeluropus والغرز Chrysopogon، أو أن تتخلص من بعض أجـزاء مجموعـها الخضري، كالعوسج Lycium والشجا (السله) Zilla والشفلح Capparis فتنفض أوراقها أو تستبدلها بأوراق ذات مساحة صغيرة لتقلل من عمليات النتح والاحتفاظ بالرطوبة طيلة فـصل الجفاف كنبـات الجثـجاث Pulicaria، أو يجف مجـموعـها الخضـري تماما كالمصيـلمو، وبعض النباتات تنفض قـشرتها العـصيرية وتعوضـها بطبقـات من الخلايا الفلـينية (**كمـال الدين البتـانوني، ١٩٨٦، ص٢٨٨**) وتمثلها نباتات من فصيلة الحمض كالرمث Hammad.

والنباتات الطبيعيـة في قطر تتميز - كما أوضحنا سابقـا - بتحوير أوراقها، وهي صفـة تلازم الجفـافيات من النبـات المعمـر، فتحـور الأوراق أو السيـقان أو الأذينات إلى أشـواك كي تحجم من السطح المعـرض لأشعـة الشمس، وتحـد من عملية النتح، وتحمي نفسها وتحافظ على نوعـها من هدر الحيوان والإنسان لحياتها، ومثالها الشجا والعوسج والسلم.

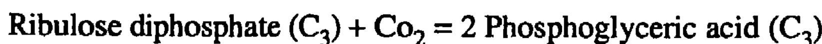
ومن **الصفـات التشريحية**: التي تتمـيز بها النباتات الصـحراوية في قطر، تكوين طبـقة شمـعية تـغطي الورقة من الخارج، كـما توجـد طبقة من الـكيوتين وشعيـرات تغلف سطح البشرة (**كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص٢٩٠**)، الأمر الذي يحد من عـملية النتح، ويعمل على إبقاء الطبـقة الملامسة لجـسم النبات في حالة رطبة كنبات الطرف (تويم أو الروا) Aerva الذي ينتشر في وسط قطر.

أما **الصفات الفسيولوجية**: فلها دورها وأهميتها للنباتات، إذ تقلل من فقد النبات للـماء من ناحيـة، وتعمل على تزايد مـعدلات امتـصاص النبـات للماء أو الاحتفاظ به داخل الأنسجة، إضافة إلى أن النباتات الصحراوية الدائمة تنفرد بضغط أسموزي مرتفع، خلافا للحوليـة والوسيطة منها، حيث يتناسب هذا الضغط طرديا مع شدة الجفاف وقـسوة المناخ، وعكسيا من عملية النتح، كـما أن الماء المختزن في النباتات المعمرة بـوجود المواد الغروانية **(كمال الدين الـبتانوني، ١٩٨٦، ص٢٩٧)** تعطيها القدرة على تحمل فترة الجفاف الطويلة، إذ ترتبط نسبة المياه المقيدة في علاقة دالية موجبة مع البيئات الصحراوية شديدة الجفاف، وسالبة مع البيئات الرطبة.

وتبين من خلال دراسـة أجراها (كمال الدين البـتانوني، ١٩٨٦، ص٢٩٨) على المسار اليومي لكميـة البرولين في أنسجة نباتي الهرم والجثـجاث، أنه بقدر ما يتعرض النبات لحالات الجفاف، بقدر ما تتـجمع كميات من البرولين في أنسجته، وتبين أن منحنى المحتـوى من البرولين يتجه صعـودا نحو القمة ابتـداء من الصباح حتى منتصف النهـار، يأخذ المنحنى بعدها اتجاهه نحو القاعـدة مشيرا إلى تناقص كميـته بحلول مغيب الشمس، ولعلـنا نشير استخـلاصا من ذلك أن ري النباتات يعني تناقص المحتوى من البرولين.

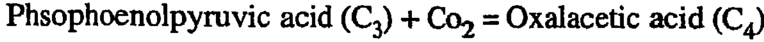
وبخصـوص التمـثيل الضوئي فـقد مـيز **(كمـال الدين البتـانوني، ١٩٨٦، ص٢٩٩)**، بين أنواع ثلاثة من مساراته:

١- **نباتات كربون ٣**: تكون فيه النواتج الأولية للتمـثيل الكربوني أحماضا عضوية تشتمل على ذرات ثلاث من الكربون تمثلها المعادلة التالية:


Ribulose diphosphate (C_3) + Co_2 = 2 Phosphoglyceric acid (C_3)

ولابد لهذه المجمـوعة أن تبقى ثغورها مفتـوحة في أثناء النهار لوقت أطول كي تحصل على ثاني أكسيـد الكربون، وبالتالي يفقد النبات من مائه الكثيـر نتيجة لذلك، وتمثله نباتات القرم والمرخ والشفلح والرقروق والنديوه والهرم.

٢- **نباتات كربون ٤** : تكون فيه النواتج الأولية للتمـثيل الكربوني أحماضا عضوية تحتوي على أربع ذرات من الكربون تفصح عنها الصيغة التالية:



Phsophoenolpyruvic acid (C_3) + Co_2 = Oxalacetic acid (C_4)

ومن خصائص النباتات التي تمثل هذا المسار وتنسحب على الثمام والثيموم، وجود تركيب تشريحي في الأوراق والأغصان يرتبط بالظواهر الوظيفية للتمثيل الضوئي وتثبيت الكربون، وأن درجة الحرارة المثلى التي يحتاجها النبات للتمثيل الضوئي في هذه المجموعة مرتفعة عن مثيلتها في نباتات كربون ٣، وفي حالة حصول (ك٣، ك٤) على نفس الكمية من ثاني أكسيد الكربون، إلا أن الأول يفقد كمية من الماء أكثر مما يفقده الثاني، لذا يبدو أن (ك٤) أكثر توفيرا للماء.

٣- **مسار النباتات العصيرية**: ويعرف باسم CAM اختصارا للكلمات:

Crassulacean Acid Metabolism

لنباتات الزقوم القدرة على تمثيل الكربون ليلا عند انفتاح ثغورها التي تغلقها في أثناء النهار، وقد أشار (**كمال الدين البتانوني**، ١٩٨٦، ص٣٠٠) إلى افتقار البر القطري وحتى الصحاري العربية للنباتات التي يمثلها هذا النوع.

وعلى العموم فإن هذه النباتات الصحراوية المعمرة، قليلة الارتفاع، لها أهمية اقتصادية سواء أكانت غذاء للحيوانات الصحراوية، أم حطبا ووقودا - أم فاكهة يأكلها الأهالي، وتمثلها الأنواع الرئيسة كالسدر Ziziphus والسمر Acacia والهرم (الرطريط) Zygophyllum والرمث Hammad والإخريط Salsola، وأنواع أخرى معمرة نجدولها كالتالي:

اسم النبات أو العائلة	الحيوانات التي ترعاها إبل	أغنام	ماعز	استخدامات أخرى
ترتيم (الطرف) Aerva javancia		×	×	أوراقها كمادة لحشو الوسائد
مرخ Leptadinia pyrotechnica	×			حطبا للوقود
الشعيران Anabasis setifera	×			أهم نباتات المراعي
خريز (يسمى رطريط) Halopeplis perfoliata				للدباغة
الرمث Hammada elegans	×	×	×	تنظف به الأوعية (به صابونينات)
الخريط Salsola vermiculata	×		×	
الشعران Suaeda vermiculata	×		×	(يسمى جرم Girm او الوسيد)
رقروق Helianthemum lippii	×			
رقروق Helianthemum kahiricum	×			
الجثجاث Pulicaria crispa (ويسمى سبت Sabat)				له فائدة طبية (معالجة المغص)
عرفج Rhanterium eppaposum	×	×	×	حطبا للوقود
خافي Convolvulus pilosellifolius	×	×	×	(يسمى ملبو - خطمي)
الندوة Cressa cretica		×	×	
الشجا (السلة) Zilla spinosa	×		×	
الحنظل (الشري) Citrullus colosynthis	×		×	يؤكل أحيانا لمعالجة الإمساك
الرشا Cyperus conglomeratus	×	×	×	(يسمى الثدة) يؤكل كلا نوعيه
العكرش Aeluropus lagopoides		×	×	(يسمى نجيل شيطاني)
النجيل Cynodon dactylon	×	×	×	(يسمى الثيل)
الصنيم Eleusine comprssa	×	×	×	(يسمى حمرة Homra او حمرور)
غرز (صنصوف) Hyparrhenia hirta	×	×	×	
الضعة Lasiurus hirsutus	×	×	×	
الثمام Panicum turgidum	×	×	×	
الثيموم Pennisetum divisum		×	×	
الحجنة Phragmites australis		×	×	(يوجد حيث تصرف مياه المجاري)
سبوروبولس Sporobolus spicatus		×	×	
الصبي Stipagrostis plumosa	×	×	×	
النعيم Salvia aegyptiaca	×			(ويسمى غيشه)
الجعد Teucrium pilosum				ذو قيمة طبية في علاج أنواع من الحمى
الجعد Indigofera argentea			×	من الأنواع البقولية
الجعد Taverniera aegyptiaca	×		×	من الأنواع البقولية
القطف Limonium axillare (ويسمى شليل Shalail)				حطبا للوقود
القرضي Ochradenus baccatus	×		×	
الشريكة Fagonia indica	×			
الرطريط Zygophyllum coccineum	×	×	×	
الرطريط Zygophyllum hamiense	×	×	×	
الهرم Zygophyllum qatarense	×	×	×	

وفيما يلي دراسة موجزة لأهم الأنواع المعمرة من النباتات الطبيعية القطرية:

فالسدر: Ziziphus nummularia من الأشجار الشوكية البرية متشعبة الفروع، وينتمي لفصيلة السدر Rhamnaceae، ويتبع هذه الفصيلة نوعان يقوم الأهالي بزراعتهما في المزارع أو المنازل هما: السدر الذي ينتج ثمارا كروية يطلق عليها النبق Ziziphus spina-christi، والآخر السدر الذي ينتج ثمارا بيضاوية الشكل تسمى الكنار Ziziphus mauritiana، وثمار هذين النوعين يأكله الأهالي، وفي أحيان تجفف أوراقه وتستعمل لغسل الشعر، ويتميز السدر بصفة عامة بأوراق صغيرة خضراء، وسيقان سميكة، وصفات يقاوم من خلالها الجفاف، ويحتاج لتربة فيضية عميقة، وقوام ناعم.

والهرم: ضرب من الحمض يتبع فصيلة الهرم Zygophyllaceae، ويشتمل على أربعة أجناس وحوالي تسعة أنواع من بينها نبات أطلق عليه الهرم القطري Zygophyllum qatarense (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص١٢٨)، وهو نبات عصيري معمر فيه ملوحة، وله أوراق تميل إلى الاخضرار وأزهار بيضاء وينمو مجاورا للشاطئ حيث التربة الرملية المالحة التي لا تصلح للزراعة قط، وإن كان لايستفاد منه للوقود، إلا أنه يكسو الشاطئ بساطا أخضر جميلا، وربما تتغذى عليه الإبل.

والعرفج: من النباتات المستديمة ذات الأوراق الخضراء الغضة التي تشبه أوراق الزيتون أو الصنوبر، ومن الفصيلة المركبة، ويبلغ ارتفاع بنيته في المتوسط مترا واحدا، وهو نبات ينفض أوراقه في فصل الصيف نتيجة الجفاف، ثم تتجدد بحلول فصل المطر، وتستعمل أوراق العرفج علفا للحيوانات، بينما تستخدم أغصانه وقودا، وينمو نبات العرفج في البيئات الرملية جنوب قطر، وعلى طول المجاري والمسل المائية بين الوكير والخرارة.

والجثجاث: فيشبه نبات الشبت، وهو نبات كالخطمي ينخرط تحت فصيلة الخبازيات، وهو من الفصيلة المركبة، له ساق طويلة ومستقيمة تحمل رؤوسا من أزهار تتمايز بألوانها الصفراء، وينمو هذا النبات ضمن عشيرة في المنخفضات التي تميزها تربة فيضية ضحلة، ذات قوام ناعم، ويعتبر من النباتات الطبية التي اكتشفها قاطنو الصحراء، حيث يستخدمونه كشراب بعد غليه لمعالجة الإمساك.

والشرى: (الحنظل) نبات معمر من الفصيلة الفرعية، يلازم الأرض في نموه، لذا ينتمي للنباتات الزاحفة، وثماره كثيرة ملساء تشبه ثمرة البطيخ في الشكل واللون، إلا أنها أصغر حجما منها بكثير، وتميل عندما تنضج إلى الاصفرار، وهو من الأنواع السامة وخاصة بذوره الداخلية التي قلما تؤكل، ويتميز بمرارته الشديدة، ورغم ذلك فإن قشرته تستعمل في علاج حالات الإمساك، أي أنها تؤدي إلى إسهال شديد، لاحتوائها على جلوكوسيد الكولوسينثين Colocynthin، (**كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص١٧٣**).

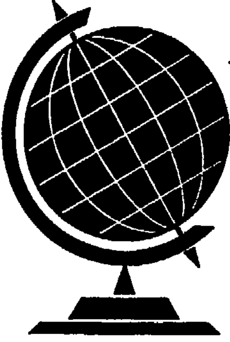
والجعد: من النباتات العشبية الدائمة الخضرة التي تتميز برائحة طيبة، وينتمي للفصيلة الشفوية Labiatae، ولهذا النبات قيمته الطبية خاصة في صناعة العقاقير (**عبد الرحمن الشريف، ١٩٦٩، ص١١٢**)، ويستعمل في علاج أنواع من الحمى، ويفيد في علاج البول السكري، ومن النباتات التي تحتوي كما ذكر (**كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص١٧٣**) على كثير من المواد الفعالة مثل ثنائي أشباه التربينات Diterpenoids.

العشرج: أو العشرق وهو من الشجيرات المعمرة المعروفة في قطر، والتي تندرج تحت فصيلة البقوليات Leguminosae، ولهذا النبات أزهار صفراء، وثمار مسطحة، وأوراق ذات شكل بيضاوي، ويستخدم الأهالي أوراقه وثماره شهريا (كما يقولون) لتنظيف المعدة، وهو ذو تأثير قوي وفعال وخاصة كنبات مُسْهِل، ويعزى هذا التأثير لمادة الأنثراكينونات Anthraquinones التي يحتويها نبات العشرج.

المرخ: ينتشر في جنوب قطر، وخاصة في المناطق التي تسودها تربة رملية القوام، وهو من النباتات ذات الألياف الرقيقة الناعمة، تستخدم لصنع الحبال، أو لعمل الزناد الذي كان البدو يستعملونه في إشعال النار، ولهذا النبات جذور قد تتعمق في التربة لأكثر من (١١,٥) مترا، وقد تتفرع لتشغل مساحة دائرة قطرها (١٠) أمتار، ولهذه الصفات دور أساسي في تخزين المياه واحتفاظها بها، تغنيها عن مياه الأمطار التي ربما تنحبس عنها لمدة طويلة في ظل جفاف الصحراء، كما أنها تساعد على تثبيت الرمال المتحركة من خلال الأكمات التي شكلها هذا النبات بمجموعه الجذري حول جسمه.



وهناك الكثير من النباتات الطبيعية كالقطف: وهو من فصيلة القطفيات، والكثير من فصائله تتميز بسوقها وأوراقها الغبراء، وأزهارها ذوات اللون الأرجواني، والتي غالبا ما تزرع للزينة، والخريز: أو الخريزة وهو من النباتات ذات القيمة الاقتصادية، حيث تستخرج منه مادة للصبغ تستعمل في الدباغة Tanning، ويشبه نبات الأرطي (العيلا) الذي ينمو بكثرة في منطقة نجد (عبد الرحمن الشريف، ١٩٦٩، ص١١٢)، ونبات التويم: من الأعشاب المستديمة التي لا تتغذى عليها الأغنام والماعز فحسب، بل كان الأهالي في السابق يستخدمون أوراقها لحشو الوسائد.



الفصل السادس

موارد المياه في قطر

أولا: الأمطار (المياه الجوية).

ثانيا: المياه السطحية.

ثالثا: المياه الجوفية.

مقدمة:

يتزايد الطلب على المياه في قطر، ليس فقط لاعتماد حياة الإنسان بكافة أشكالها عليها، بل لأنها من أهم العوامل التي تحدد مناطق توزيعه وتركزه، ومواضع انتشار مستوطناته ونموها وتطورها، أضف إلى ذلك فإنها تتحكم في الحياة النباتية والحيوانية من حيث التوزيع والكثافة والأنماط والأنواع، كما أنها المورد الطبيعي الذي تعتمد عليه الزراعة في منطقة صحراوية كشبه جزيرة قطر، إذ بقدر ما يتوافر من المياه كما ونوعا، بقدر ما يكون مدعاة لتطور أفقي، وتنوع في المزروعات، وتعدد في المحصولات، لذا غدت قضية الحصول على المياه إحدى أهم المشكلات التي تواجه قاطني الصحراء، فكان لابد من البحث والتنقيب عن مورد مائي متجدد ومستمر يمدهم بأسباب الاستقرار، ويقلص من حدة تذبذب الأمطار، والتفاوت في كمياتها، وفي فترات سقوطها، وفي محدودية جريانها السطحي، فاعتمدت الدولة سياسة حكيمة في توجهها في البحث عن المياه الجوفية.

الدراسات السابقة:

بدأت - انطلاقا من هذه المدخلات - الدراسات الهيدرولوجية Hydrological Studies متزامنة مع عمليات التنقيب عن النفط، قام بها كل من وليامسون Williamson وبوميرال (Geology of Qatar. 1938)، حيث قدما تقريرا لشركة نفط قطر .Q.P.C في عام ١٩٣٨ عن مصادر المياه في شبه جزيرة قطر، وخاصة ما يتعلق بمناسيب المياه الجوفية، وفي عام ١٩٥٩ أجرت شركة لوجراند أدسكو (Legrand Adsco, 1957) مسحا لمصادر المياه العذبة في شمال قطر، الهدف منها توفير مياه الشرب لمدينة الدوحة وبعض المناطق الأخرى، ومع تزايد الطلب تعاقدت الدولة مع (Palph. M. Parsons) في الفترة (١٩٦٠/ ١٩٦١) لإجراء دراسة في جنوب قطر، كان من نتائجها التأكيد على وجود مياه جوفية في تكوينات الباليوسين، الأمر الذي دفع شركة المعجل السعودية في عام ١٩٦٣ إلى حفر ثلاثة آبار اختبارية تبين أن مياهها غير صالحة لملوحتها العالية. بعد هذه الدراسات الرائدة ظهرت عام ١٩٧٠ دراسات كافيليه و B.R.G.H، اهتمت إحدى هذه الدراسات برسم خرائط جيولوجية بمقياس ١: ١٠٠٠٠٠، ١: ٢٠٠٠٠٠،



حيث اعتبرت هذه الخرائط أساسا للأعمال الاستكشافية للدراسات الحالية، واتجهت الدراسات الأخرى نحو التعرف على حقيقة الكميات المتوافرة في الأحواض الجوفية، ثم قامت الدولة بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة عبر برنامج الأمم المتحدة الإنمائي بتبني أول مشروع لمسح الموارد المائية والزراعية في عام ١٩٧١، من أهمها دراسة عرضها في تقرير لهما كل من جونستون Jonston وستيرن Stern في عام ١٩٧٢، والأخرى قام بها كل من بابك Pike. J. وإبراهيم حرحش، إضافة إلى تقرير يحمل رقم (٥) تقدم به إكلستون وآخرون عام ١٩٨١، ومهما يكن من أمر، فإننا -في دراستنا لمياه متعددة المصادر في قطر- نحاول أن نعالجها من وجهة النظر الهيدرولوجية، هدفنا إلقاء الضوء على أهم مصادر المياه الجوفية، وإعطاء صورة واضحة عنها من حيث كمياتها، وخصائصها، ومدى الاستفادة منها.

وقد تم تحديد ثلاثة مصادر لموارد المياه نرصدها كالتالي:

مياه متعددة المصادر:

أولا: الأمطار Rainfall (المياه الجوية)

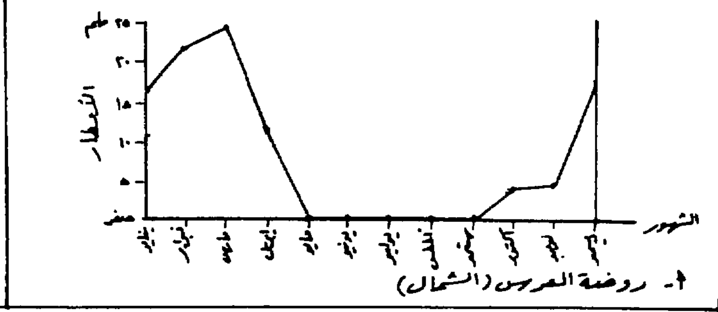
سبق أن عالجنا - في فصل المناخ - خصائص الأمطار، ولكنها كانت معالجة من وجهة النظر المناخية، إلا أننا سنركز هنا - مع الاستعانة بما تمت دراسته - على دراسة الأمطار من وجهة النظر الهيدرولوجية، وتذكرة بنتائج دراسة الأمطار كعنصر مناخي، سنُولي اهتماماً بالتالي:

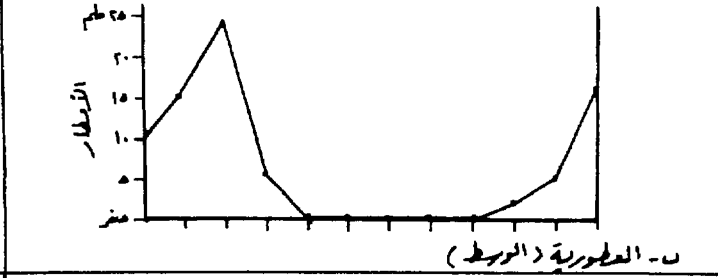
١- خصائص الأمطار في قطر.
٢- خصائص طول فترة السجل المطري.
٣- احتمالات الأمطار السنوية واليومية.
٤- معدلات الأمطار وتقديراتها العامة

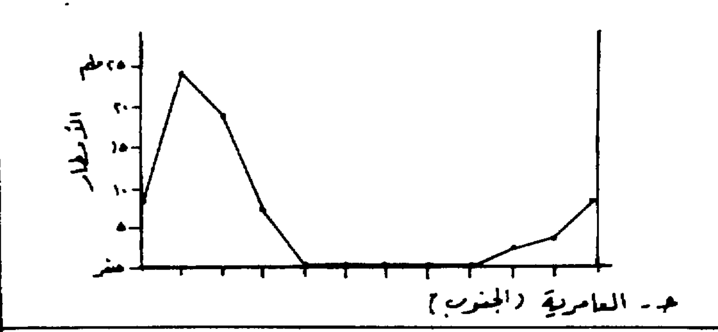
١- خصائص الأمطار:

(أ) عدد الأيام المطيرة في قطر محدودة، فقد تسقط الأمطار في مدة لا تتجاوز (٣) أيام/ السنة، وتمثلها مواقع رصد ميل ٣٢ والخرارة ومسيكة، أو أنها تستمر لفترات طويلة قد تصل (٣٧) يوما/ السنة، وينسحب ذلك على مواقع رصد روضة الفرس وأم الشخوط.

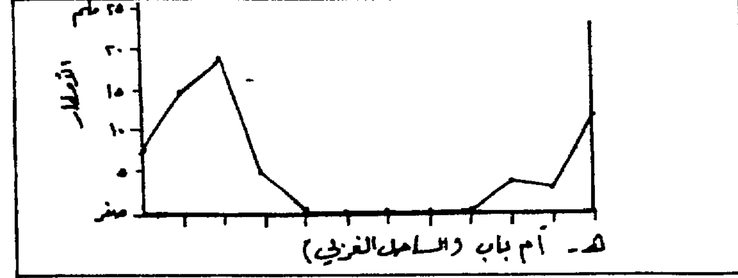
(ب) يتبين أن التوزيع الفصلي للأمطار يتفاوت من شهر إلى آخر، ومن موقع رصد إلى آخر (**الشكل ٦-١ أ - و**)، ففي الوقت الذي تتفق جميع مواقع

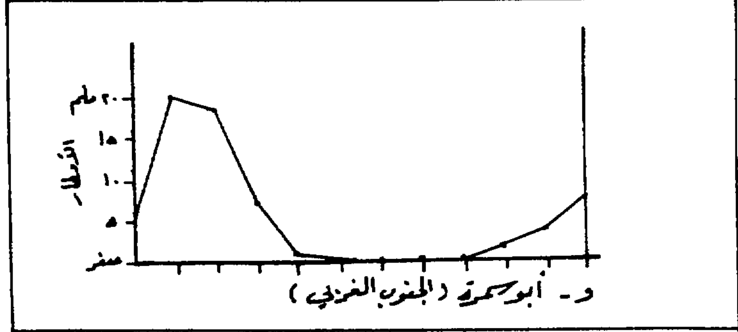












شكل رقم (٦-١) مضلعات متوسط الأمطار الشهرية لمواقع رصد مختارة للفترة (١٩٧٢-١٩٩٢)

الرصد بفصل جفاف مدته خمسة أشهر (من مايو - سبتمبر) لم تسقط خلالها أية أمطار على مدى (٢١) عاما، تلاحظ أن هناك **قمتين مطريتين**، تظهر **القمة المطرية الأولى** في نهاية فصل الشتاء (فبراير)، كما يحدث على الساحل الشرقي (وادي الواسعة)، أو في جنوب شبه جزيرة قطر (العامرية)، أو في الجنوب الغربي (أبو سمرة)، وتظهر **القمة المطرية الثانية** في بداية فصل الربيع (مارس)، وينسحب ذلك على مواقع رصد (روضة الفرس) في شمال قطر، و (أم باب) على الساحل الغربي، و (العطورية) في الوسط، ومن خصائص التوزيع الفصلي للأمطار أنها تتزايد في كمياتها على الساحل الشرقي، وتتناقص بحدة نحو الوسط والساحل الغربي.

(جـ) يشير (**الشكل ٦-٢ أ - هـ**) إلى التغيرات السنوية للأمطار والتي تفصح عن مدى التذبذب في توزيعها كميا وزمنيا ومكانيا، والجدول التالي يوضح هذا:

جدول رقم (٦-١)

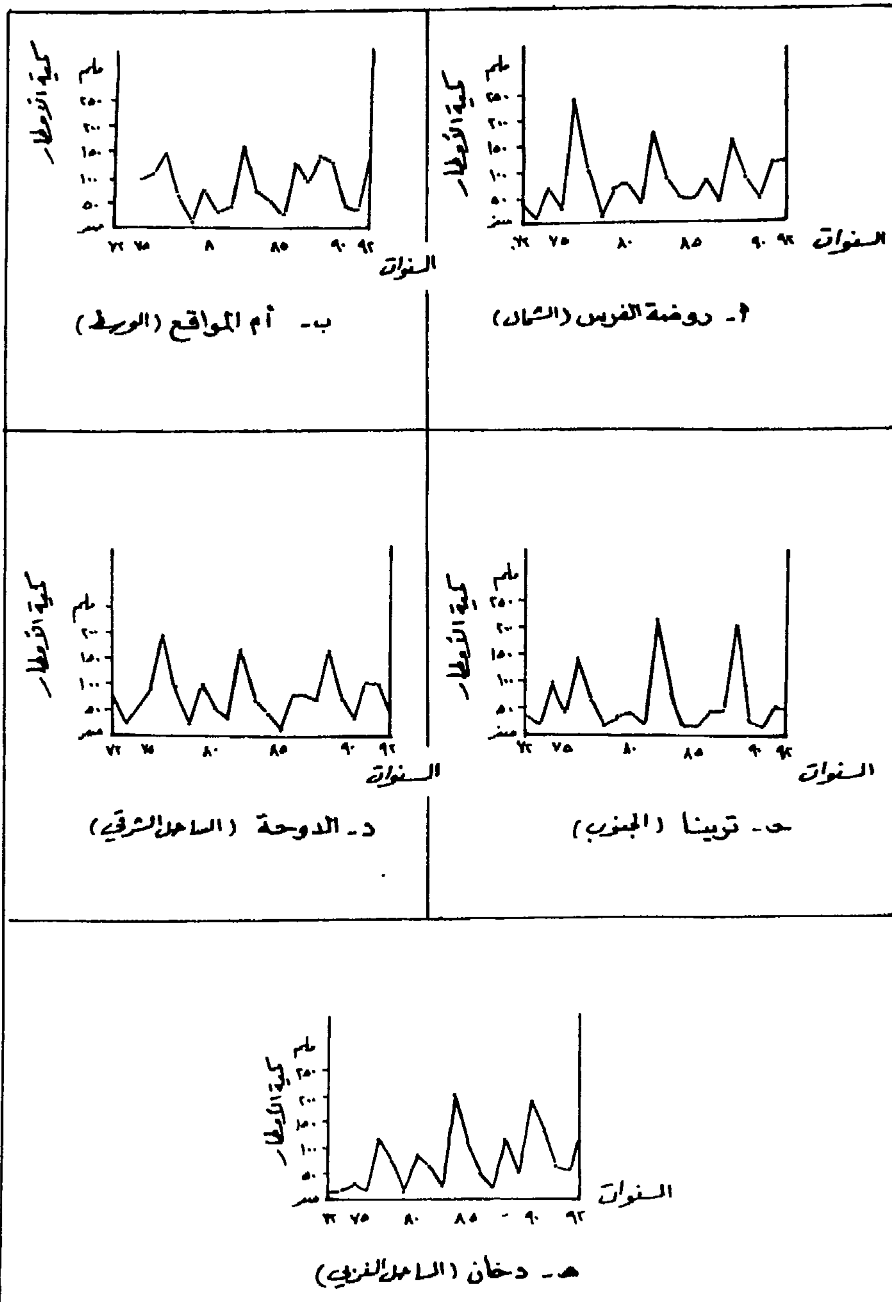
التغيرات السنوية للأمطار (ملم) في مواقع رصد مختارة (١٩٧٢-١٩٩٢)

السنة / الموقع	١٩٧٢	١٩٧٦	١٩٧٩	١٩٨٢	١٩٨٥	١٩٨٨
الرويس (الشمال)	١٠,٤	٢٣٨,١	٦٧,٤	١٧٣	٤٦,٦	١٦١,٨
أم المواقع (الوسط)	-	١٤٧,٦	٧٤,٨	١٦١	٢٦,٢	١٤١
الدوحة (الشرق)	٢٢,٢	١٩٣,٤	١٠١,٩	١٦٧,٣	٩,٨	١٦٦,٥
دخان (الغرب)	١٨	١١٩,١	٨٣,١	٢٠٤,١	٢١,٢	١٨٨,٧
ترينا (الجنوب)	١٨	١٤٠,٥	٣٣,٦	٢١٧,٨	١٧	٢٠٧,٢

يلاحظ من (**الجدول رقم ٦-١**) و (**الشكل رقم ٦-٢**) أن هناك **تزامنا في فترات حدوث أعلى** هطول للأمطار أو **أدناه** يكاد ينطبق على جميع مواقع الرصد، مع وجود تفاوت في **كمياتها** من سنة إلى أخرى ضمن موقع الرصد الواحد، أو على مستوى مواقع الرصد المختارة.

(د) تتكرر ظاهرة **القمم** على طول سلسلة الأمطار السنوية في جميع مواقع الرصد، وهي مؤشرات توحي بأن الأمطار التي تسقط على شبه جزيرة قطر ذات





شكل رقم (٦ - ٢)
التغيرات السنوية في كمية الأمطار لمواقع رصد مختارة
للفترة (١٩٧٢ - ١٩٩٢)

مصـدرين، بمعنى أن العـوامل التي تتـسـبب في سقـوطهـا تتـفاوت مـا بين المنخفضـات المتوسطية والسودانيـة أو المحلية، مع وجود تباين في سـيادة عامل على آخر في بعض مواقع الرصد (التوزيع الزمني والمكاني للأمطار)، ويبدو أن السلسلة المطرية للفترة (١٩٧٢-١٩٩٢) تعـتليها ثلاث قمم مطرية تكاد تتحقق في جمـيع مواقع الرصـد، وفي نفس الفترة الـزمنية تقريبـا، بغض النظر عن التبـاين في كمـية الأمطار، وبالرجـوع إلى (الجدول السـابق ٦-١) يلاحظ أن القمم الثلاث تتركز فـي الأعوام ١٩٧٦، ١٩٨٢، ١٩٨٨، هذه الشواهد تشير إلى أن القمم المطرية تحدث مرة من بين كل (٦) سنوات راجع (الشكل ٦-٢).

نستخلص من هذا التحليل الذي توصلنا إليه، ومن دراستنا للأمطار كعنصر من عناصر المناخ كذلك إلى مجموعة نتائج نرصدها في النقاط التالية:

١- تقترن الأمطار الشـهرية في قطر بأشهر يناير وفبراير ومـارس، إذ تتراوح نسبة التركـز العامة في قطر - رغم تفاوتهـا - بين (٥٩,٧٪ و ٧٤,٩٪)، يضعف هذا التركـز في الوسط وعلى الساحل الغـربي (منطقة دخان)، ويتـعاظم في وسط الجنوب (محـيط الخرارة - العـامرية - ترينا)، ومنطقـة الوكيـر، حيث يتراوح أقوى تركز فيها بين (٧٠٪-٧٥٪).

٢- تتـراوح نسـبـة الأمطار الشـتـوية فـي النصف الشـمـالي مـن قطر مـا بين (٥٥٪-٦٣,٧٪) من أمطار الشـتـاء، هذه النـسب يمثلها (٢٣,١٪) من عـدد مواقع الرصد، تتناقص النسبـة في وسط قطر وعلى الساحل الشرقي، ولكنها من واقع - خرائط خطوط المطر المتسـاوي، ومعاملات التغيـر، والانحرافات المعيارية - أكبـر حدة في تناقصها على الساحل الغربي نظرا لوقوعـها بالنسبة للسعودية في ظل المطر.

٣- الأمطار في قطر عبارة عن أمـطار جبهات أو أمطار حمليـة (تيارات الحمل)، ترتبط الأولى في توزيعها المكاني بخط سـير المنخفض الجوي، وتتوقف كـمية وغـزارة الأمطار على عـنف المنخـفض، أو على مـوقع المكـان من قطاعـاته المختلفة (عبد العـزيز طريح شرف، ١٩٨٥، ص٢١٨)، أما النوع الثاني من الأمطار فله علاقة بتـيارات الحمل الهوائية التي تنشط نتيـجة الارتفاع المفاجئ

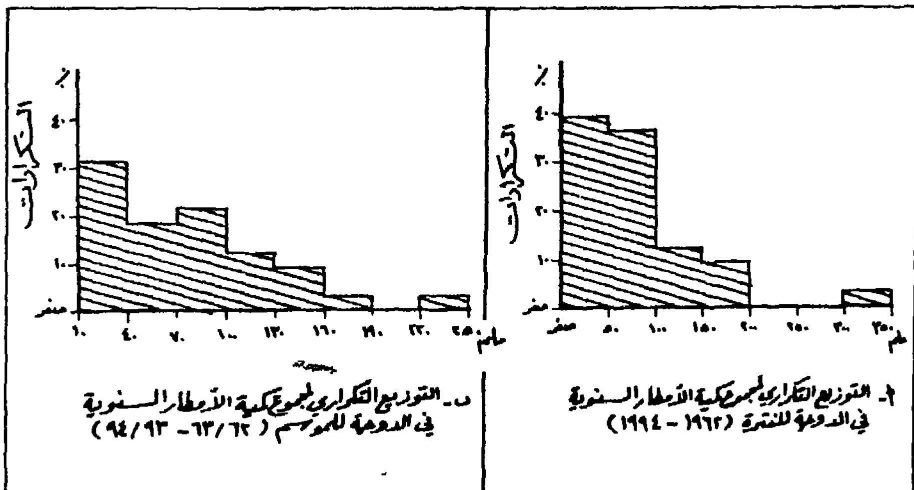
في درجات الحرارة، ومع ذلك ليس من الضروري أن تتعرض كل أجزاء قطر للأمطار في ذات الوقت، كما أن هذا النوع من الأمطار يتأثر بدرجة أكبر بعمليات التبخر، مما يقلل من فرص الجريان السطحي، والتسرب، وبالتالي ينعكس سلبا على كمياته التي تغذي خزانات المياه الجوفية.

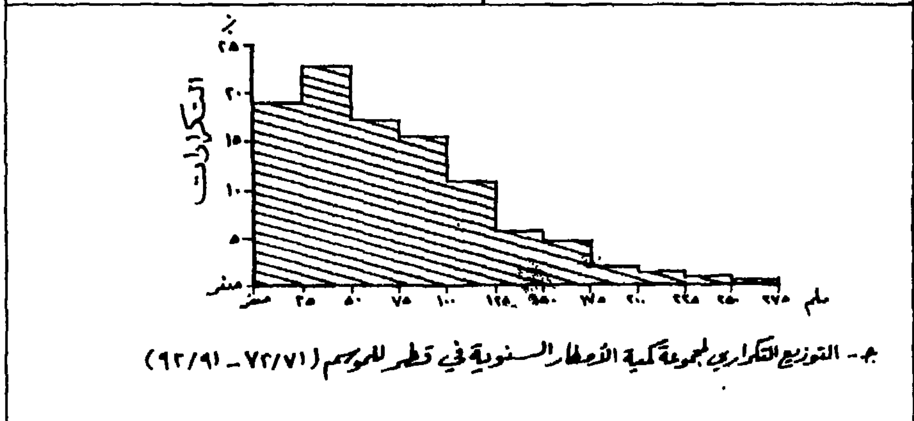
٤- وبهذا نخلص إلى أن الفاقد من المياه عن طريق التبخر يتأثر بنظام سقوط الأمطار، إذ تسقط معظم الأمطار في أشهر الشتاء والربيع، هذه الفصلية تتفق في معظمها وخاصة فصل الشتاء وانخفاض درجات الحرارة، وضعف أثر الإشعاع الشمسي في تسخين سطح التربة، وتتميز الأمطار - رغم تفاوتها - بعدم انتظامها، وتباعد نوباتها Spells، وقوة رخاتها، وأنها فجائية الحدوث والهطول، سيلية الجريان والانتشار، مما قد يزيد من فرص المياه المكتسبة مباشرة، أو بعد فترة جريان قصيرة ومؤقتة (غير مباشر)، الأمر الذي يساهم في تغذية المياه الجوفية وزيادة كمياتها، وتعديل ملوحتها.

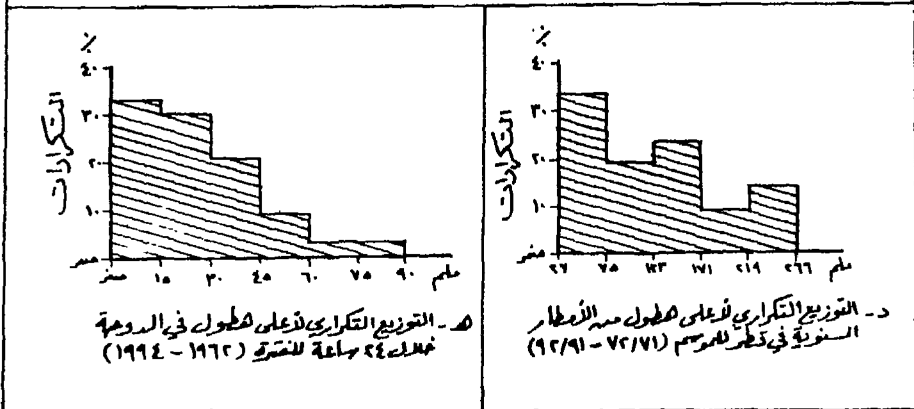
٢- خصائص طول فترة السجل المطري: Long Duration

لدينا من السجلات المطرية المتوافرة نوعان: **النوع الأول**: يخص مطار الدوحة الدولي (إدارة الطيران المدني، وزارة المواصلات والنقل)، بفترة تسجيل (٣٣) عاما، أي من (١٩٦٢-١٩٩٤)، وحوالي (٣٢) عاما للمواسم (٦٢/ ٦٣ - ٩٣/ ٩٤)، **والنوع الثاني**: لمواقع رصد مناخية منتشرة في جميع أنحاء قطر (٢٦) موقعا (**خريطة رقم ٤-١**)، وقد تم إخضاع بيانات هذين النوعين من السجلات المطرية لمعالجات إحصائية نقف من خلالها على خصائص توزيعها، والتغيرات التي تحدث لكمياتها السنوية، واحتمالات تكرارها.

فمن الواضح من مدرجي التوزيع التكراري (**شكل رقم ٦-٣ أ-هـ**) لمجموع كمية الأمطار السنوية في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) والمواسم (٦٢/ ٦٣-٩٣/ ٩٤)، أنهما يبديان التواء موجبا نحو اليمين، فالأول (**شكل ٦-٣أ**) أقل حدة في التوائه من الثاني، وتميزه قمتان تتمركزان عند طرفي التوزيع، والثاني (**شكل ٦-٣ب**) تميزه قمم ثلاث، اثنتان تحتضنان التوزيع من طرفيه، والقمة الثالثة تتركز في الفئة ما بين (٧٠-١٠٠) ملم، كما يلاحظ أن أكثر من







شكل رقم (٦-٣)
مدرجات التوزيع التكراري لمجموع كمية الأمطار السنوية وأعلى هطول في قطر وموقع رصد الدوحة لفترات مختلفة

(٧٥٪) من التكرارات (شكل ٦-٣أ) تتـركز في الفـئـتين الأولين (صفـر-٥٠، ٥٠-١٠٠) ملم، في حين يخص الفـئـتين الأولين من التـوزيع التكراري (شكل ٦-٣ب) في حدود (٥٠٪) فـقط، ولهذا غدا منحنى التـوزيع التكراري للمواسم (٦٢/ ٦٣-٩٣/ ٩٤) أقل اتسـاقـا وانتظامـا من منحنى التـوزيع التكراري للفـتـرة (١٩٦٢-١٩٩٤).

ومقارنة مع مـدرج التوزيع التكراري (شكل ٦-٣جـ) لمجموع كـمية الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)، والذي يمـثل مجموعة مـواقع الرصد (٢٦) موقعا، بما فيها الدوحة، فإن هذا المدرج غير منتظم، وغير متناسق، ويبرز صفة العشوائية في توزيع متغير كمية المطر، كما يوضح أن التوزيع على قدر غير بسيط من عدم التماثل، وأنه أكـثر حدة في التوائه نحو اليمين من سـابقيه، كما أنه يتمـيز بقمة واحدة فقط تتمركز في الفئة الثانية (٢٥-٥٠) ملم، التي لا تمثل سوى (٢٣٪).

لذا لجأنا إلى اختـيار عينتين: **الأولى** تمثلها قيم أقصى كـمية في كل سنة من الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) بغض النظر عن موقع الرصد وعدد الأيام التي حدثت خلالها هذه الكمية، **والثانية** تمثلها قيم أعلى هطول خلال ٢٤ سـاعة للفـتـرة (١٩٦٢-١٩٩٤) في الدوحة، وقـد تم توزيع القـيم تكراريا، ورسمنا للعينتين مدرجين للتوزيع التكراري النسبي (شكل رقم ٦-٣ د، هـ)، حيث نلاحظ أن التوزيع ما فـتئ يلتوي التواء موجـبا نحو اليمين، إلا أنه بالنسـبة لتوزيع أقـصى كمـيـة من الأمطار (شكل رقم ٦-٣د) أقل حـدة في التوائه من التـوزيع التكراري لأعلى هطول ومن التوزيعـات السابقة (٦-٣أ، ب)، وأكثر تجمـعا للقيم حول المتوسط، كما تعتلي التـوزيع التكراري لأقصى كمية من الأمطار السنوية قمم ثلاث، تتوزع بين الأطراف والوسط، حيث تشكل الفـئة الأولى (٢٧-٧٥) ملم ما نسبتـه (٣٣,٣٣٪)، وهي في هذا تتفق ومجموع نسـبتي الفئتين الثانية والخـامسة، والثالثة والرابعة، كما أنها تتساوى في قيمها النسبية مع القمة الوحيدة التي تظهر في مدرج التوزيع التكراري لأعلى هطول في موقع رصد الدوحة (شكل ٦-٣هـ).

انطلاقـا من هذه المعطيات، استـخدمنا إحـدى طـرائق توفـيق المنحـنى المعتدل Normal Curve Fitting، وهي طريقة التوفيق بالمساحات، حيث تم إيجاد

نسبة مساحة المنحنى المحصور بين كل قيمتين من قيم المتغير المعياري حسب المعادلة التالية:

$$\text{القيمة المعيارية (ز)} = \frac{\text{س} - \bar{\text{س}}}{\text{ع}}$$

حيث:

س = قيمة المتغير العشوائي.

$\bar{\text{س}}$ = المتوسط الحسابي للتوزيع.

ع = الانحراف المعياري للتوزيع.

والنتائج التي حصلنا عليها نرصدها في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٢)

خلاصة اختبار وحساب قيم مربع كاي (X^2)

كمية الأمطار في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)	درجة الحرية	مستوى الثقة	القيمة المحسوبة	القيمة النظرية
كمية الأمطار في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)	٤	٠,٩٥	١٠٥,٢٤	٩,٤٩
كمية الأمطار في الدوحة للمواسم (٦٢/ ٦٣-٩٣/ ٩٤)	٥	٠,٩٥	١٩,٧٢	١١,٠٧
أقصى كمية للأمطار في قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)	٢	٠,٩٥	٧,١٥	٥,٩٩
أعلى هطول في الدوحة خلال ٢٤ ساعة (١٩٦٢-١٩٩٤)	٣	٠,٩٥	٨,٧٣	٧,٨١

ومن (الجدول رقم ٦-٢) يتبين أن قيم مربع كاي المحسوبة للتوزيعات الأربعة أكبر من القيم النظرية الجدولية، لذا نرفض فرض العدم عند مستوى دلالة (٠,٠٥) ونقر بوجود اختلافات وفروق جوهرية بين التوزيعين المشاهد (الحقيقي) والمتوقع (النظري)، بمعنى أن هناك عوامل غير عامل الصدفة تؤثر على الأمطار في قطر، وتتمثل في مجموعتين: **الدائمة** منها: وأثرها يكاد يكون ضعيفا وهي: الموقع الفلكي، الارتفاع، والمؤثرات البحرية، **والعشوائية**: وتتمثل في الموقع بالنسبة لمسار المنخفضات الجوية المتوسطية والسودانية، أو تلك التي تتشكل محليا،

فالأولى: تعمل على تجميع القيم حول المتوسط، فيما تعمل الثانية على إظهار نوع من التباين المتناسق حول المتوسط.

كما نلاحظ أن قيم الفئتين المحسوبة والنظرية تقتربان من بعضهما، مما يشير إلى تقلص الفروق، واقتراب التوزيع من التماثل نسبيا، ومع ذلك احتفظت التوزيعات التكرارية بدرجة من الالتواء الموجب (نحو اليمين)، الأمر الذي دفعنا إلى تحويل البيانات المطرية إلى ما يقابلها من قيم الجذر التربيعي، ورسم لها مدرجات ومنحنيات تكرارية يمثلها (**الشكل ٦-٤ أ-ح**)، ومن الجدير بالملاحظة أن كل نقطة في هذه المدرجات تمثل سنة واحدة، ولكي نتعرف على درجة تماثل توزيع البيانات المطرية استخدمنا فكرة **العزوم** لقياس كل من معامل الالتواء ودرجة التفرطح في التوزيعات المطرية، والجدول التالي يثبت نتائج هذه المقاييس:

جدول رقم (٦-٣)

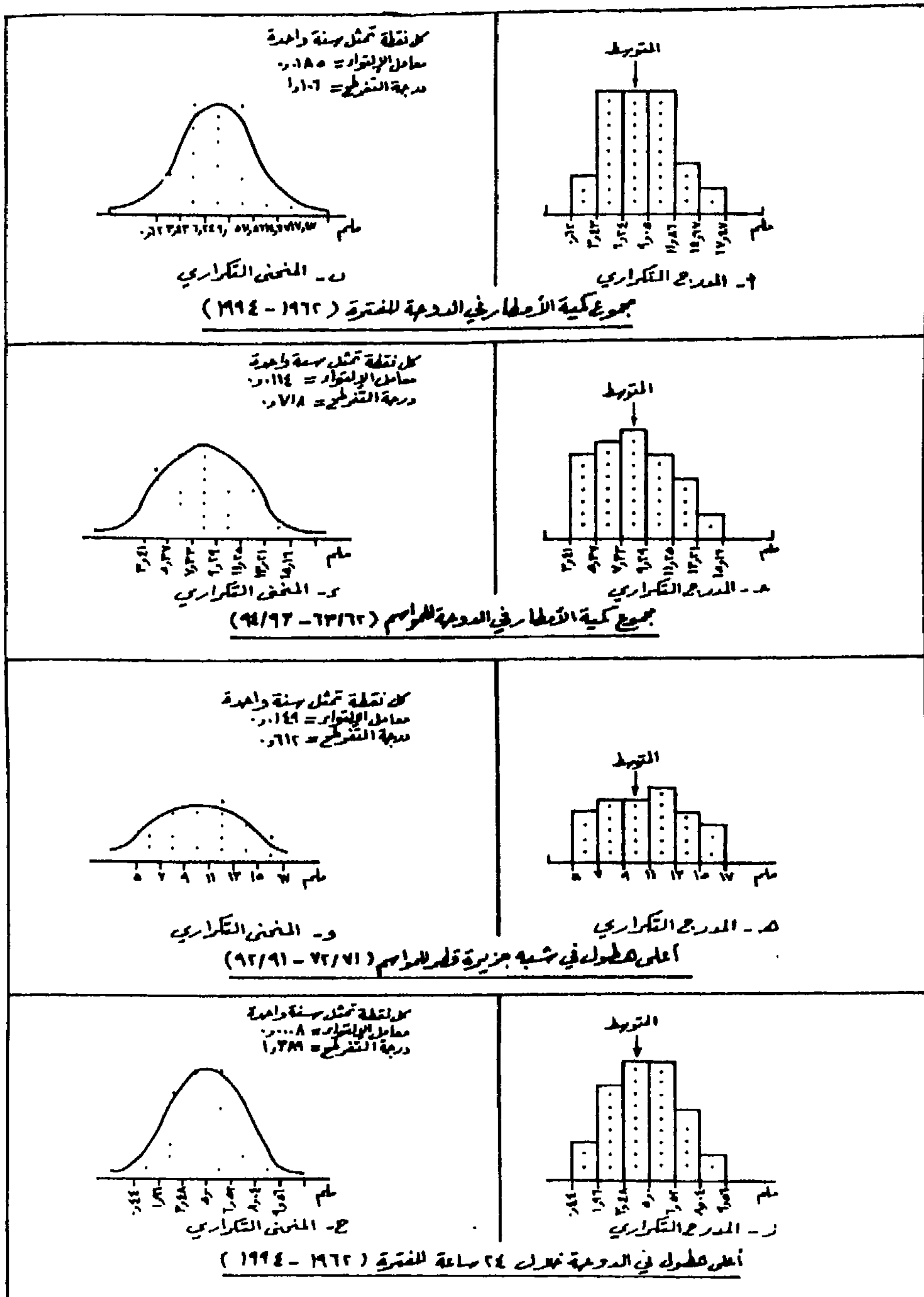
نتائج حساب معاملات الالتواء ودرجات التفرطح للقيم المطرية المعتمدة

المتغير	معامل الالتواء	درجة التفرطح
مجموع كمية الأمطار السنوي في الدوحة (١٩٦٢-١٩٩٤)	+٠,٠١٩	١,١٠٦
مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة (٦٢/٦٣-٩٣/٩٤)	+٠,٠١١	٠,٧١٨
أقصى كمية من الأمطار السنوية في قطر (٧١/٧٢-٩١/٩٢)	+٠,٠١٥	٠,٦١٢
أعلى هطول في خلال ٢٤ ساعة في الدوحة (٦٢-١٩٩٤)	٠,٠٠١	١,٣٨٩

ومن (**الجدول رقم ٦-٣**) و (المدرجات أو المنحنيات التكرارية) (**شكل رقم ٦-٤**) يتبين التالي:

١- جميع قيم المتغيرات المطرية تظهر نوعا من الالتواء الموجب، وتباينا في شكل قمم المنحنيات التكرارية (درجة التفرطح).

٢- نلاحظ أن المنحنى التكراري (**شكل رقم ٦-٤د**) لقيم أقصى كمية من الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)، أكثرها تفرطحا Platykurtic، نظرا لتركز قيم المتغير المطري حول المتوسط في مدى كبير (درجة التفرطح



شكل رقم (٦ - ٤)

المدرجات والمنحنيات التكرارية لتوزيع الجذر التربيعي لكمية الأمطار وأعلى هطول في قطر والدوحة لفترات مختلفة

٠,٦١٢) يماثله تقريبا منحنى مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة (**شكل ٦-٤و**) للمواسم (٦٢/ ٦٣-٩٣/ ٩٤)بدرجة تفرطح تبلغ (٠,٧١٨).

٣- من الواضح أن قيم مجموع كمية الأمطار في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) تقترب من التوزيع المعتدل Mesokurtic (**شكل ٦-٤ أ، ب**)، إلا أن توزيع قيم أعلى هطول خلال ٢٤ساعة في الدوحة (**شكل ٦-٤ ز، ح**) للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) أكثر اقترابا لتوزيع متوسط التفرطح (التوزيع المتماثل) إذا وضعنا في الاعتبار أن درجة تفرطح التوزيع المتماثل تساوي (٣)، حيث يتبين أن درجتي التفرطح لهذين التوزيعين تتراوح بين (١,١٠٦ و١,٣٨٩) على التوالي.

٤- يبدو أن أقل التوزيعات التواء يتمثل في قيم أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، (**شكل رقم ٦-٤ أ، ب**) حيث بلغ معامل التواء التوزيع (+٠,٠٠١)، وأن أكثرها التواء ينحصر في مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة (**شكل رقم ٦-٤هـ، و**) للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) ومع ذلك فإن درجة الالتواء في جميع التوزيعات تعتبر بسيطة.

رغم تحويل البيانات لقيم الجذر التربيعي جنح التوزيع نحو الالتواء البسيط الموجب، فرأينا تحويل التكرارات الأصلية المتجمعة للبيانات إلى **التكرارات المتجمعة النسبية** باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{التكرارات المتجمعة النسبية} = \frac{\text{التكرارات المتجمعة} - ٠,٥}{\text{ن}} \times ١٠٠\%$$

حيث: ن = عدد سنوات الرصد (مجموع التكرارات).

وإلى **التكرارات الاحتمالية التراكمية** التي تمثل المساحة المقابلة للقيم المعيارية تحت المنحنى المعتدل، والبيانات المطرية التي استخدمت لذلك هي:

* مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة للمواسم (٦٢/ ٦٣-٩٣/ ٩٤).

* مجموع كمية الأمطار السنوية في قطر (٢٦) موقعا للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢).

* قيم أقصى كمية من مجموع الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢).



وقد استخـدمت لهذا الغرض ورقة الرسم البياني الاحتـمالي، ولهذا السبب استعنا بالمعـادلة السابقة، حيث سنلاحظ أن النسـبة النهائية في التكرارات النسـبية التراكمية ستقل عن (١٠٠٪)، ومن الرسم البياني نستخلص التالي:

١- معظم القيم النسبية الممثلة للاحتمالات التراكمية تنتشر على شكل نمط خطي، وتتفق مع الخط المسـتقيم، باستـثناء ما نلاحظه من شذوذ بعض القـيم الممثلة للأمطار المتـطرفـة (شكل ٦-٥أ)، في حين يظهـر (الشكل ٦-٥ ب، جـ) تجاوبا مع هذا النمط، وتدل بـالتالي على أن البيانـات تتوزع توزيعا معـتدلا، وهذا ما توصلنا إليه فيما سبق تقريبا.

٢- توحي المنحنيات التكرارية المتـجمعة النسبـية بوجود التواء مـوجب نحو اليمين نتيجة وقوع بعض القيم على منحنى مقعر (مقوس للخارج).

٣- باستخدام الرسم البياني نستطيع تحديد احتمالات مختارة نجدولها كالتالي:

جدول رقم (٦-٤)

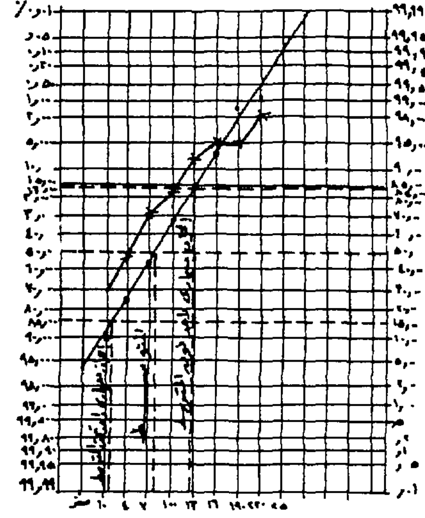
حساب احتمالات قيم مختارة من الأمطار (ملم) من الرسومات البيانية الاحتمالية (نسبة مئوية)

الفئات متغير كمية الأمطار	الأولى احتمال أن تزيد الكمية على				الثانية احتمال أن تقل الكمية عن			
	٥٠	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٤٠	٥٥	٧٠	٩٥
مجموع أمطار الدوحة (٦٢/٦٣-٩٣/٩٤)	٧٠	٣٣	٨	٠,٥	٢٤	٣٣	٤٤	٦٨
مجموع الأمطار في قطر (٧١/٧٢-٩١/٩٢)	٦٧	٣٠	٨	٠,٥	٢٧	٣٧	٤٨	٦٤
أقصى كمية في قطر (٧١/٧٢-٩١/٩٢)	٨٦	٦٤	٣٥	١٣	١١	١٥	٢١	٣٣

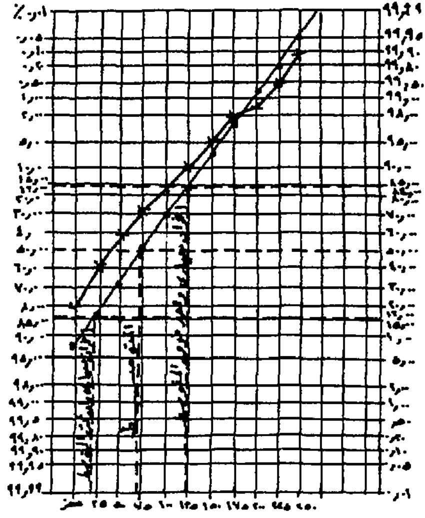
الفئات متغير كمية الأمطار	الثالثة احتمال أن تقع الكمية بين				الرابعة احتمال أن تبلغ الكمية القيم			
	٣- ٤	٦- ٩	١٢٥-١٨٠	٢١٠-٢٣٥	٢٥	٤٥	٨	١ ٥
أمطار الدوحة (٦٢/٦٣-٩٣/٩٤)	٩	١٢	١٥	٠,٣٧	٨٤	٧٣	٤٨	٣٠
أمطار قطر (٧١/٧٢-٩١/٩٢)	٩	٢٢	١٤	٠,٣٣	٨٢	٧٠	٤٤	٣٢
أقصى كمية في قطر	٩	١٤	٢٩	٥,٠٠	٩٣	٨٨	٧٤	٦٢



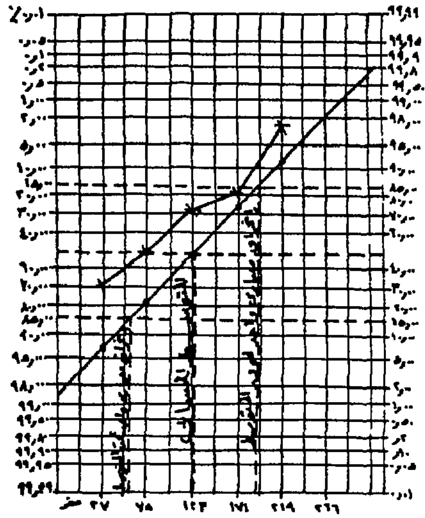
المنحنى التكراري المتجمع النسبي ——×——
المنحنى الإحتمالي التراكمي ——•——



أ- مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة للموسم (٦٣/٦٢ - ٩٤/٩٣)



ب- مجموع كمية الأمطار السنوية في قطر (٢٦ موقعاً) للموسم (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١)



جـ- قيم أعلى هطول من مجموع الأمطار السنوية في قطر للموسم (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١)

شكل رقم (٦-٥) المنحنيات التكرارية النسبية والإحتمالية التراكمية لمجموع الأمطار وأعلى هطول في قطر والدوحة لمواسم مختلفة

ومن الأشكال البيانية (٦-٥ أ-جـ)، والجدول (٦-٤) نستخلص التالي:

١- يبدو أن الاحتمالات وقيم فئات الحدود المطرية الأولى (تزيد على) تتناسب تناسبا عكسيا، فمع تزايد الحدود المطرية المختارة، تتناقص نسب الاحتمالات وتنطبق هذه الخصائص على الفئة الرابعة وحدودها (٢٥، ٤٥، ٨٠، ١٠٥).

٢- يلاحظ أن نسب الاحتمالات وقيم فئات الحدود المطرية الثالثة (تقل عن) والرابعة (تقع بين) تتناسب تناسبا طرديا، إذ يتضح أن التزايد في قيم الفئتين يعني تزايدا في نسب الاحتمالات، والعكس صحيح.

٣- فئات الحدود التي تتناسب عكسيا مع نسب احتمالاتها تسيطر عليها قيم أقصى كمية من الأمطار في قطر للمواسم (٧١/ ٧٢ - ٩١/ ٩٢)، بعكس ما يحدث في فئات الحدود التي تتناسب طرديا مع نسب احتمالاتها.

٤- يتبين أن أدنى نسب للاحتمالات تتمثل في كميات الأمطار التي تقع بين (٢١٠-٢٣٥) ملم، تليها نسب احتمالات القيم التي تزيد كمية الأمطار فيها على (٢٠٠) ملم، كما تتدنى نسب احتمالات القيم الدنيا من الفئة الثالثة والتي تقع بين (٣٠-٤٠) ملم، حيث تأتي في المرتبة الثالثة.

٥- وبإجراء مقارنة بين ما استخلصناه من الرسم البياني الاحتمالي وما تم حسابه من احتمالات سقوط عشرة حدود (ص٤٧١-٤٧٦) - مع ملاحظة استبعاد قيم أقصى كمية من الأمطار - يتبين لنا أن نسب الاحتمالات تكاد تكون متقاربة.

٦- من الرسم البياني الاحتمالي يمكن أن نستخلص أدنى القيم وأعلاها في سنوات مختارة نجدولها على النحو التالي:

جدول رقم (٦-٥)

تحديد احتمالات سقوط أدنى وأعلى كمية من الأمطار (ملم) في عدد من السنوات

السنوات / متغير المطر البيان	ستتان		٥ سنوات		١٠ سنوات		١٥ سنة		٢٠ سنة	
	أدنى	أعلى	أدنى	أعلى	أدنى	أعلى	أدنى	أعلى	أدنى	أعلى
أمطار الدوحة (٦٢/ ٦٣-٩٣/ ٩٤)	-	١٩٣	٣	١٦٨	٨	١٤٥	٣٤	١٣٣	٣٧	١٢٢
أمطار قطر (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)	-	١٨١	-	١٥٦	١٠	١٣٨	١٩	١٣٠	٢٧	١١٨
أقصى كمية في قطر (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)	٧	٢٦٦	٢١	٢٣٧	٤٠	٢١١	٥٧	١٩٧	٦٩	١٨٣

٣- احتمالات الأمطار السنوية واليومية:

بعد معالجة البيانات المطرية من حيث خصائص التوزيعات التكرارية، والوقوف على مدى مطابقتها للتوزيعات المتماثلة، وجدت من الأفضل دراسة الجوانب التالية:

(أ) تقدير احتمالات الحدود الدنيا والعليا لمعدلات الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) في (٢٦) موقعا للرصد.

(ب) حساب احتمالات سقوط عشرة حدود (٪) من الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢).

(جـ) احتمالات حدوث وفترات رجوع الأمطار السنوية.

(د) احتمالات حدوث وفترات رجوع الأمطار اليومية.

(أ) احتمالات الحدود الدنيا والعليا لمعدلات الأمطار السنوية:

استخدمنا لتقدير احتمالات هذه الحدود المعادلة التالية:

$$\text{قيمة أحسن تقدير} = \text{الانحراف المعياري} \times \sqrt{\frac{\text{ن}}{\text{ن} - 1}}$$

$$\text{الخطأ المعياري} = \frac{\text{قيمة أحسن تقدير}}{\sqrt{\text{ن} - 1}}$$

حيث: ن = عدد سنوات الرصد.

وقد تم استخراج الحدود الدنيا والعليا بفترة ثقة (٩٥٪) حسب التالي:

س̅ ± قيمة ت × الخطأ الميعاري

حيث: س̅ = المتوسط الحسابي، قيمة «ت» لكل موقع رصد.

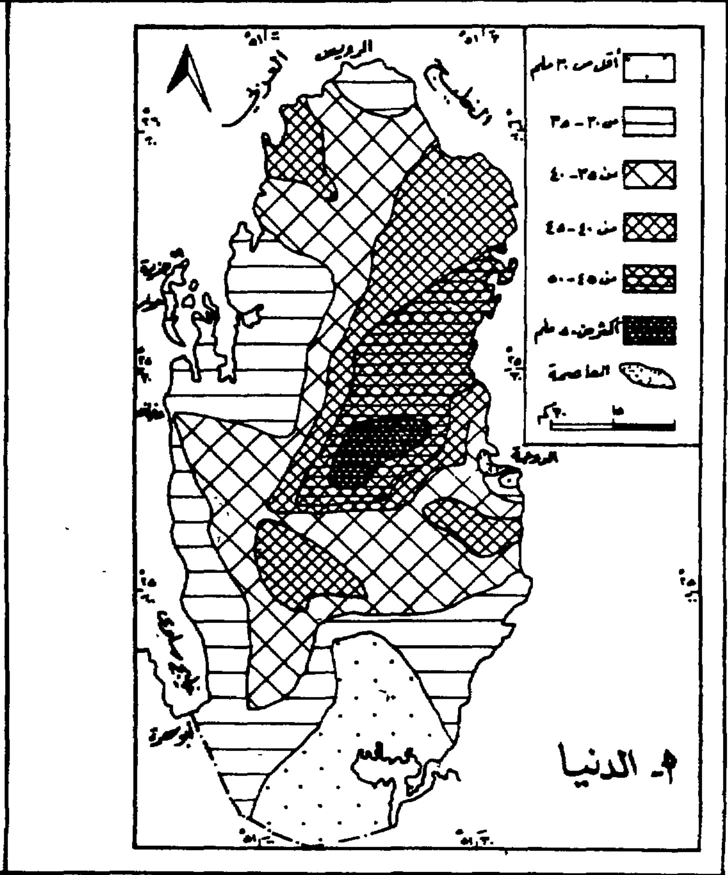
وقد تم إنشاء خريطتين تمثلان الحدود الدنيا والحدود العليا لمعدلات الأمطار السنوية في قطر، حيث نستطيع منهما استخلاص النتائج التالية:

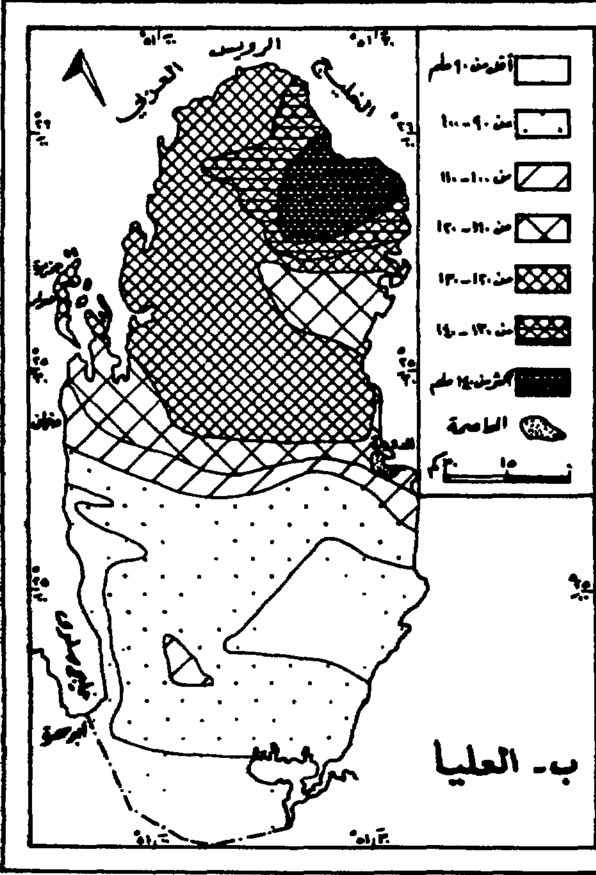
١- تشير خريطة احتمالات الحدود الدنيا (رقم ٦-٦أ) إلى أن أقصى كمية من الأمطار لهذه الحدود تتركز في وسط قطر إلى الغرب من الدوحة، (أم الأفاعي وأم المواقع)، حيث تزيد كمية الأمطار فيهما على (٥٠) ملم.

٢- تتناقص كميات هذه الحدود بالابتعاد عن منطقتي التركز، إلا أن هذا التناقص يظهر جليا في منطقتين: منطقة الدوحة الواقعة إلى الشرق من منطقتي التركز، حيث تتراوح فيها هذه الحدود ما بين (٣٠-٤٠) ملم، والمنطقة الجنوبية الشرقية التي تمتد من الخرارة حتى سودانثيل، وتبدو أكثر حدة في تناقص كمياتها من منطقتي التركز، وحتى من منطقة الدوحة، حيث تقل فيها هذه الحدود عن (٣٠) ملم.

٣- يبدو أن المنطقة الواقعة إلى الشمال من منطقتي التركز حتى مدينة الشمال تتميز بحدود معتدلة، حيث تتراوح فيها هذه الحدود بين (٣٥-٤٥) ملم، ولهذا يتضح أن الأمطار التي تسقط على الأجزاء الشمالية من شبه الجزيرة أكثر من الأجزاء الجنوبية حتى بالنسبة للحدود الدنيا، لذا وجب التوجه نحو الاستغلال الأمثل لهذه الكميات والمحافظة عليها.

٤- من قراءة خريطة احتمالات الحدود العليا لمعدلات الأمطار السنوية (رقم ٦-٦ب)، يخيل إلي أنها تمثل الواقع الذي أبرزناه لخصائص الأمطار في فصل المناخ، حيث يتبين أن خط المطر المتساوي (١١٠) ملم يمثل حدا فاصلا بين النصف الشمالي الذي من المتوقع أن تزيد فيه احتمالات الحدود العليا لمعدلات الأمطار على (١٤٠) ملم، وقد تصل إلى (١٤٩) ملم في منطقة روضة الفرس (مزرعة الحكومة)، وبين النصف الجنوبي الذي لا تزيد فيه احتمالات





شكل رقم (٦-٦)
خريطة إحتمالات الحدود الدنيا والعليا لمعدلات الأمطار السنوية للمواسم ٧١/٧٢ ٨١/٩٢

الحدود العليا للأمطار على (٩٠) ملم باستثناء مثلث مواقع رصد «ترينا - العامرية - الكرعانة» الذي تصل فيه هذه الحدود إلى حوالي (١٠٢,٥) ملم، ولعل هذه الخصائص - رغم ضعفها - تعكس أثر جانبين: جانب الارتفاع، وجانب تشكيل ونشاط المنخفضات الحرارية.

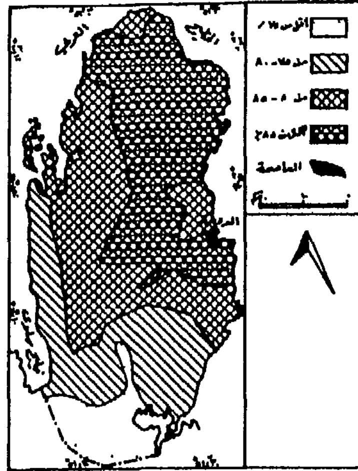
٥- يلاحظ أن خطوط احتمالات الحدود العليا لمعدلات الأمطار في قطر تتقارب في منطقتين: **المنطقة الأولى في الشمال**، ويمثلها محيط مواقع رصد كل من «الماجدة - روضة الفرس - أم الشخوط - الصفيريات». **والمنطقة الثانية في الوسط**، خطوط احتمالات المطر بعرض شبه الجزيرة، وذلك من محور «دخان - أم باب» إلى محور «الدوحة - الوكرة»، هذه الخصائص توحي بأن هاتين المنطقتين ربما تمثلان من ناحية خط سير المنخفضات الجوية، وتقابل الجبهات المتباينة في خصائصها ضمن حدود هاتين المنطقتين من ناحية ثانية، إلا أن الشمال القطري يبدو أكثر تصيدا لمثل هذه المنخفضات.

(ب) احتمالات سقوط عشرة حدود مختارة من الأمطار السنوية (نسبة مئوية):

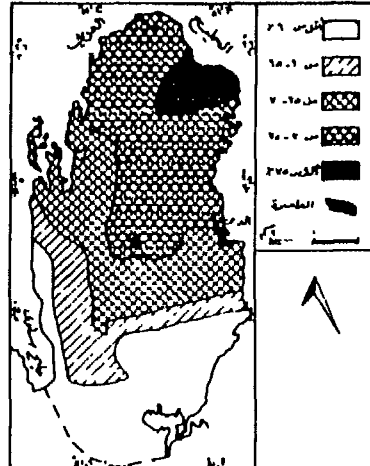
استكمالا لدراسة جانب احتمالات الحدود الدنيا والعليا لمعدلات الأمطار السنوية تم اختيار عشرة حدود من الأمطار السنوية، حيث تقع هذه الحدود بين (٢٥-٢٥٠) ملم بفاصل (٢٥) ملم، وحساب نسبة احتمال حدوث كل قيمة منها لحوالي (٢٦) موقعا للرصد بما فيها الدوحة، ومن ثم تمثيل احتمالات الحدود المختارة بخرائط خطوط نسبية متساوية، للتعرف على مناطق تركزها من ناحية، ووضع المشرع لمشروعات استغلالها وفق كفايتها وتلبيتها لاحتياجات السكان والزراعة مستقبلا من ناحية ثانية.

ومن قراءة وتحليل خرائط احتمالات حدود الأمطار المختارة (٦-٧/ ١، ٦-٧/ ٢) نستخلص الخصائص التالية:

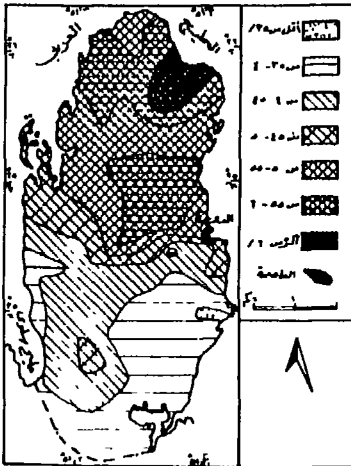
١- يتبين أن احتمال سقوط أكثر من (٢٥) ملم من الأمطار (خريطة ٦-٧/ ١أ) يتراوح بين (٧٥٪ و ٨٥٪)، إلا أن توزيع هذه النسب يتفاوت ما بين مناطق قطر المختلفة، فنلاحظ أن خط احتمال (٨٥٪) فأكثر يحصر المنطقة الواقعة إلى الشمال من خط عرض الوكير، وإلى الشرق من محور مواقع رصد



أ- احتمالات سقوط ما يزيد عن ٢٥ ملم من الأمطار (٪)



ب- احتمالات سقوط ما يزيد عن ٥٠ ملم من الأمطار (٪)



ج- احتمالات سقوط ما يزيد عن ٧٥ ملم من الأمطار (٪)

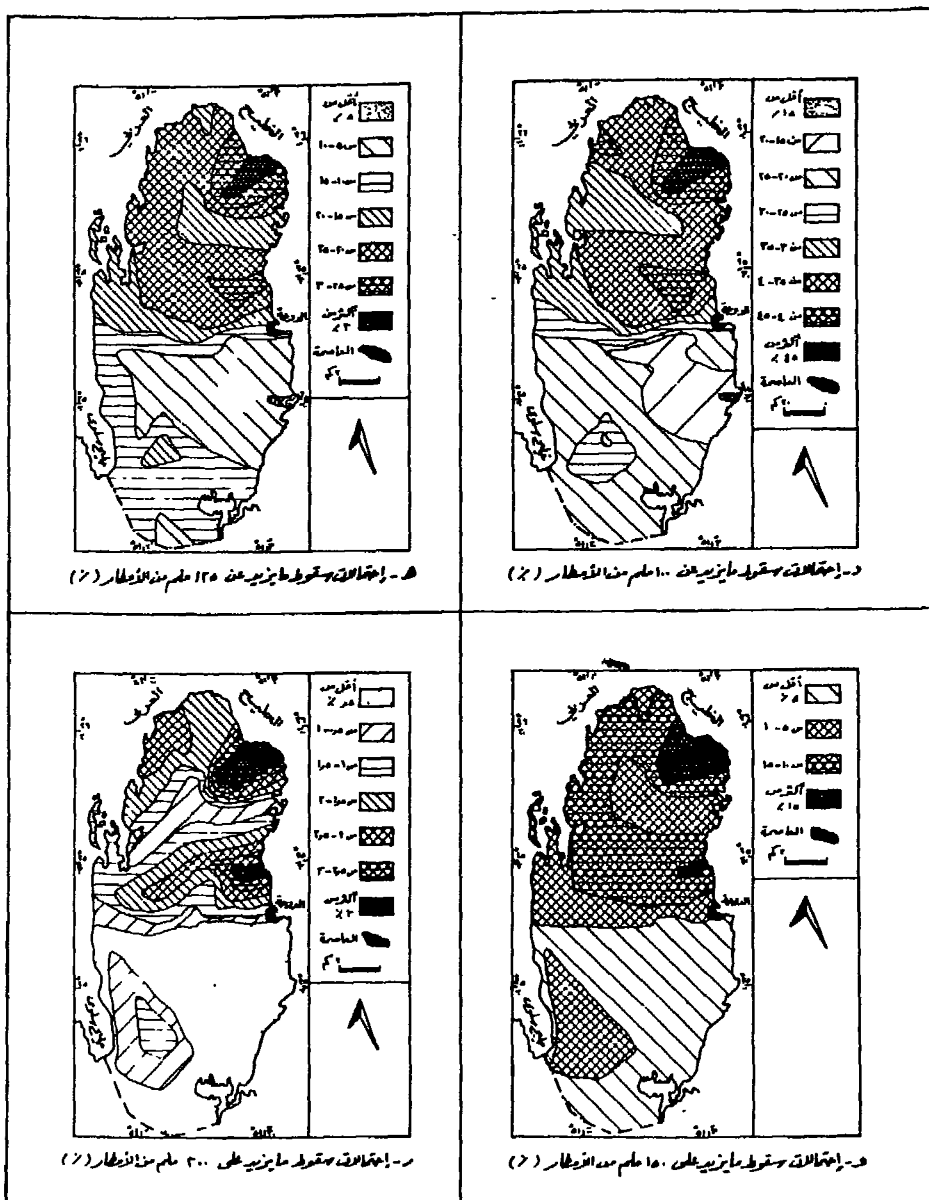
شكل رقم (٦-٧ أ)

خرائط احتمالات سقوط فئات أمطار بين ٢٥ - ١٠٠ ملم (نسبة مئوية)

«الجميلية - النصرانية - ميل ٣٢»، وهذا يعني أن المنطقة تمثل حوالي (٥٠٢٥,٥) كم٢، أي بنسبة (٤٢,٨٪) من مساحة قطر، أما أقلها بالنسبة لفئات الاحتمال، فتتمثل في أقصى جنوب قطر، خاصة منطقة سودانثيل، حيث تقل نسبة الاحتمال عن (٧٥٪). وتشكل نسبة صغيرة من المساحة تبلغ في حدود (١٦٣٩,٩) كم٢، أي بنسبة (١٤٪) من مساحة قطر. كما نلاحظ أن فرص احتمال سقوط هذه الكمية من الأمطار على الساحل الشرقي أكبر من مثيلتها على الساحل الغربي لقطر، حيث لا تقل النسبة في الأولى عن (٨٤,٤٪)، في حين لا تزيد في الثانية على (٧٩,٤٪).

٢- تشير خريطة احتمالات سقوط أكثر من (٥٠) ملم (٦-٧/ ١ب) إلى أن شبه جزيرة قطر تنقسم إلى خمس فئات احتمال تتراوح نسبها ما بين أقل من (٦٠٪) إلى أكثر من (٧٥٪)، فإذا اعتبرنا خط احتمال (٧٠٪) الخط الأمثل، فإنه يؤكد على أن النصف الشمالي من قطر يستقبل أمطارا تبلغ أكثر من (٥٠) ملم وبنسب إحتمال تتراوح بين (٧٠٪ - أكثر من ٧٥٪)، ويتفق هذا الخط في امتداده نحو الغرب مع خط عرض الدوحة، ونحو الشمال والشمال الغربي مع محور «الجميلية - النصرانية - ميل ٣٢»، ويضم مساحة تبلغ في حدود (٦١٣٦,٤) كم٢، أي بنسبة (٥٥,٢٪) من مساحة قطر، وإلى الجنوب والغرب من الخط الأمثل تتناقص احتمالات سقوط أكثر من (٥٠) ملم، وتبلغ أدنى نسبة احتمال لها أقل من (٦٠٪) في المنطقة الواقعة إلى الجنوب من هذا الخط، حيث يمتد من مسيعيد باتجاه الغرب والجنوب الغربي، فيضم منطقة النقيان وسودانثيل، ثم يتجه عند العامرية إلى الشمال الغربي ليضيف الساحل الغربي إلى الجنوب من أم باب إلى المنطقتين السابقتين، وبهذا يغطي مساحة تبلغ (٣٨٠٨,٨) كم٢، أي بنسبة (٣٢,٤٪) من مجمل مساحة قطر.

٣- نشاهد من واقع خريطة احتمالات سقوط (٧٥) ملم فأكثر (٦-٧/ ١جـ) أن خط احتمال (٥٠٪) يمثل حدا فاصلا بين الشمال والجنوب، حيث ينطلق هذا الخط من مدينة الدوحة نحو الغرب حتى منطقة أم المواقع، فيتجه بعدها نحو الشمال الغربي ليمر بموقع رصد النصرانية فالأطراف الجنوبية لدوحة الحصين



شكل رقم (٦-٧ ٢)
خرائط إحتمالات سقوط فئات أمطار بين ١٠٠ - ٢٠٠ ملم (نسبة مئوية)

فيقطع محـوريا شبه جزيرة أبروق وجزيرة حوار، فـإلى الشمال من هذا الخط تتزايد احتمالات سقوط أكثر من (٧٥) ملم من الأمطار حتى تبلغ أقصاها في منطقة روضـة الفرس التي تزيد فيهـا فرص الاحتمـالات على (٦٤٪)، بينما تتناقص فرص احتمالات سقوط مثل هذه الكمية بالاتجاه نحو الجنوب من هذا الخط حتى تبلغ أدناها (٣٤,٥٪) في منطقـة مسيعيد، ويبدو أن خـط احتمال (٤٠٪) يمثل الحد الشمالي للمنطقة الجنوبية الشرقـية الممتدة من محور «الوكير - دكا - الكرعانة»، وللمنطقة الجنوبية الواقـعة بين «ترينا - أبوسمرة»، والحد الغربي للشريط السـاحلي الممتد إلى الجنوب من أم باب.

٤- يتضح من خريطة احـتمالات سقوط (١٠٠) ملم فـأكثر (٦-٧/ ٢د) أن خط احتـمال (٣٠٪) الواصل بـين الدوحة ودخان يمـثل حدا فـاصلا بين الشـمال والجنوب، فمن هذا الخط تتـزايد احتمالات سقـوط (١٠٠) ملم بالاتجاه نحو الشمال، حـيث تبلغ نسبة الاحتمال (٤٧,٦٪)، وتضم منطقـة روضة الفرس ولا تقل عن (٤٠٪) في مـثلث «العطوريـة - أم الأفاعي - وادي الواسـعـة» الواقع إلى الشمـال الغربي من الدوحـة، في حين تتناقص حدود احتـمالات سقوط (١٠٠) ملم بالاتجـاه نحو الجنوب حتى تصل إلى أقل من (١٥٪) في منطقة مسيعـيد، وباستثناء منطقة العامرية التي تستـحوذ على فرص أفضل قد تصل إلى (٣٠,٥٪)، فإن بقية المناطق في الجنوب القطري تـتراوح فيها نسب احتمالات سقوط (١٠٠) ملم بين (٢٠٪ و ٢٥٪).

٥- تكشف خريطة احتمالات سقوط (١٢٥)ملم من الأمطار السنوية (٦-٧/ ٢هـ) عن تركز أدنى النسب على امـتداد السـاحل الشرقي، ابتـداء من الدوحة باتجاه الجنوب حتى مشارف خور العـديد، وبعمق يصل إلى حوالي (٨٧) كم باتجاه الغـرب، حـيث تبلغ أقل من (١٠٪)، وقـد تصل إلى (٤,٦٪) في منطقـة مسيعيد، بينما سـجل موقع رصد روضة الفرس في النصف الشمالي من قطر فرصا أفـضل لسقوط هذه الكميـة بلغت (٣١,٢٪)، ويلاحظ أن خط تساوي الاحتـمالات (١٥٪) الممـتد بين الدوحة ودخـان يعبـر عن مدى التـباين بين الشمال القطري الذي تتزايد فـيه نسب احتمالات استقبـال كميات من الأمطار قد تفوق (١٢٥) ملم، وبين جنوبه الذي يفتقر إلى مثل هذه الفرص فيما عدا

منطقة العامرية التي يبدو أنها تحظى بخصائص الشمال القطري أو الوسط على وجه التحديد.

٦- من خريطة احتمالات سقوط (١٥٠) ملم من الأمطار (٦-٧ / ٢و) يتضح أن الشمال القطري ما برح يحتفظ بتفوقه في احتمالات سقوط مثل هذه الحدود، حيث تبلغ النسبة في منطقة روضة الفرس أكثر من (١٨٪)، إلا أن بؤرة تمتد من الساحل الشرقي بين الذخيرة وسميسمة باتجاه الغرب والشمال الغربي حتى الصفيريات تكسر هذا الاحتكار، حيث تقل فيها نسبة الاحتمالات عن (٥,٥٪)، وتتفق في هذا مع الوسط القطري، ولكنها تفوق معظم مناطق الجنوب القطري، باستثناء مثلث «العامرية - أبو سمرة - ترينا» الذي تزيد فيه النسبة على (٧٪).

٧- من واقع خريطة احتمالات سقوط (٢٠٠) ملم من الأمطار (٦-٧/ ٢ز) نلاحظ أن هناك منطقتين تتركز فيهما فئات الاحتمال العليا، تتمثل الأولى في الشمال الشرقي ومركزها موقع رصد روضة الفرس، ونسبة الاحتمال فيها تبلغ (٤٪)، تتناقص نسب الاحتمالات بالابتعاد عن المركز وخاصة باتجاه الجنوب حتى خط عرض مدينة الخور، حيث تأخذ النسب مرة أخرى بالتزايد حتى المنطقة الثانية ضمن موقع وادي الواسعة، فتبلغ فيها نسبة الاحتمال (٣,٤٪)، وفي الجنوب القطري تكاد النسب لا تذكر لضآلتها.

من هذا العرض عن احتمالات سقوط الحدود المختارة من الأمطار التي تتراوح ما بين (٢٥ و ٢٥٠) ملم نخلص إلى الحقائق التالية:

١- أهملنا ثلاثة من الحدود المختارة وهي (١٧٥، ٢٢٥، ٢٥٠) ملم، لبعض التشابه في نسب احتمالات سقوطها من جهة، ولضعف الاحتمالات التي لا تصل نسبتها حتى إلى (١٪) من جهة ثانية.

٢- تتناسب نسب الاحتمالات تناسبا عكسيا مع حدود الأمطار المختارة، بمعنى أن نسب الاحتمالات المرتفعة تتفق وقيم الأمطار المتدنية، فكلما تزايدت الحدود المختارة للأمطار، قلت نسب احتمالاتها وتضاءلت فرص سقوطها.

٣- ينفرد الشمال القطري مع الوسط بفرص أفضل واحتمالات أقوى في استقبال كميات من الأمطار في الحدود المختارة، في حين تتضاءل هذه الفرص في الجنوب القطري باستثناء منطقة العامرية التي يحتمل أن تتساوى في أمطارها مع الوسط أو بعض مواقع الشمال.

٤- تؤكد مجموعة الخرائط على أن منطقة مسيعيد الواقعة على الساحل الجنوبي الشرقي أقل المناطق احتمالا في سقوط الأمطار ضمن الحدود المختارة التي تتراوح بين (٧٥ و ٢٠٠) ملم، في حين تفوق كثيرا من المناطق في احتمالات سقوط الأمطار في الحدود بين (٢٥ و ٥٠) ملم.

٥- تحتفظ كثير من مواقع الرصد بتفوقها المتواصل في نسب احتمالات سقوط حدود الأمطار المختارة، وأخص بالذكر موقع رصد روضة الفرس الواقع وسط النصف الشمالي من قطر.

(جـ) احتمالات حدوث وفترات رجوع الأمطار السنوية:

لعل الاعتماد على احتمالات سقوط الأمطار أكثر أهمية من الاعتماد على المعدلات، لذا قمنا بحساب فترات الرجوع Return Periods، واحتمالات سقوط الأمطار لكل من البيانات التالية:

* مجموع كمية الأمطار السنوية في مطار الدوحة للمواسم (٦٢/ ٦٣-٩٣/ ٩٤).

* أقصى كمية من الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢). وجدنا من الأفضل ترتيب البيانات ترتيبا تنازليا، حيث تم حساب احتمال حدوث كل قيمة حسب المعادلة التالية:

$$ح = ر / ن + ١$$

حيث :

ح = احتمال حدوث كل قيمة.

ر = رتبة كل قيمة مطرية.

ن = عدد سنوات الرصد (مجموع عدد القيم).

أما فترة الرجوع فيمكن استخراجها وفق المعادلة التالية:

فترة الرجوع = ن + ١ / ر

ومن الشكلين (٦-٨ أ، ب) نستنتج الخصائص التالية:

١- يتبين أن مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة للفترة (٦٢/ ٦٣-٩٣/ ٩٤) (شكل رقم ٦-٨أ) ترتبط مع فترة الرجوع في علاقة أسية موجبة، بلغت قيمتها (+٠,٨٨٠)، وهذا يعني أن هذه الأمطار تتأثر بعوامل أخرى بلغت نسبتها (٢٣٪)، وهو ما يؤكده شذوذ بعض القيم وخاصة القيم العليا التي تزيد على (١٤٠) ملم، وبعض القيم من الفئات الوسطى بين (٦٠ و ٨٤) ملم.

٢- يمكن صياغة المعادلة الأسية التي تمثل العلاقة بين المتغيرين كالتالي:

$$ص = ٢٧,٣ \, س^{+٠,٨١}$$

حيث: ص = مجموع الأمطار السنوية. س = فترة الرجوع (بالسنوات).

٣- يشير الرسم البياني (شكل رقم ٦-٨أ) إلى أن احتمال حدوث القيم التي تزيد على (١٩٠) ملم لا يتعدى (٥٪).

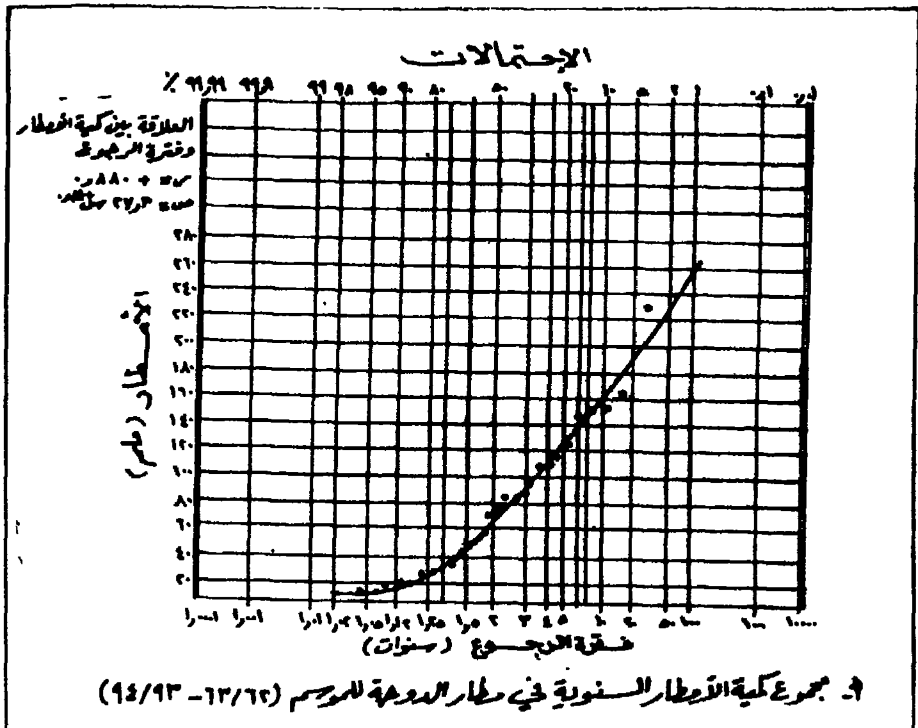
٤- من الرسم نستطيع أن نتوقع احتمالات حدوث وفترات رجوع القيم التالية:

جدول رقم (٦-٦)

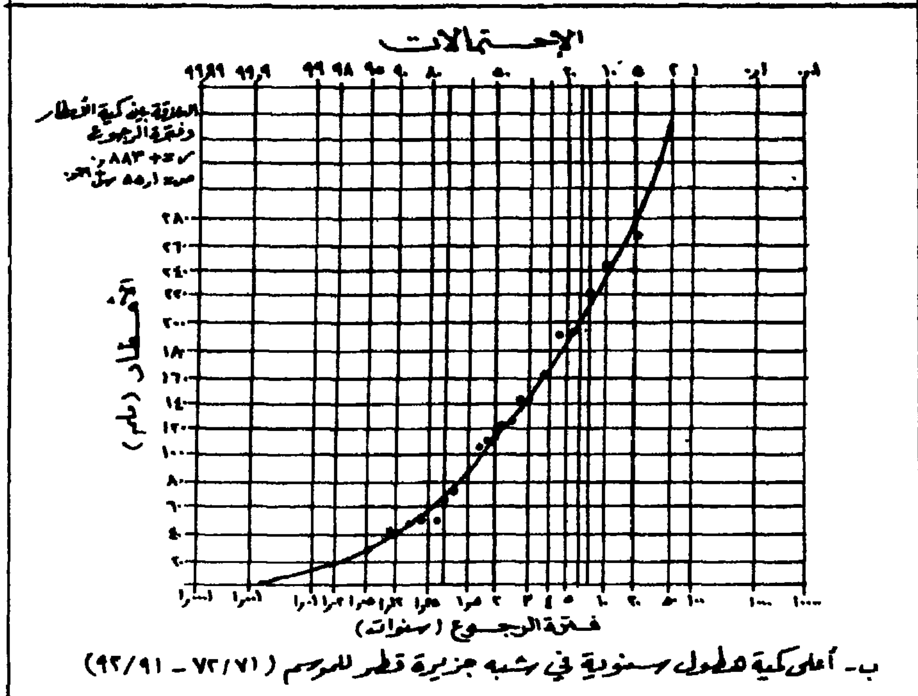
استنتاج احتمالات سقوط حدود مختارة من الأمطار السنوية (ملم) وفترات رجوعها

القيمة	٣٠	٦٠	٩٠	١١٠	١٣٠	١٥٠	١٨٠
احتمالات الحدوث	٪٧٠	٪٥٢	٪٤٠	٪٣٠	٪١٨	٪١٢	٪٦
فترات الرجوع (سنة)	مرة كل						
	١	٢	٣	٤	٦	٨	١٧

٥- يتضح أن احتمالات سقوط كمية من الأمطار تقل عن (٦٥) ملم يتراوح ما بين (٥٠٪ و ٩٦٪)، ويتوقع أن تحدث مرة كل سنة أو سنتين.



أ- مجموع كمية الأمطار السنوية في مطار الدوحة للموسم (٦٢/٦٣ - ٩٣/٩٤)



ب- أعلى كمية هطول سنوية في شبه جزيرة قطر للموسم (٧١/٧٢ - ٩١/٩٢)

شكل رقم (٦-٨)

إحتمالات وفترات رجوع الأمطار السنوية وأعلى هطول في الدوحة وقطر لفترات مختلفة

أما بالنسبة لأقصى كمية هطول سنوية من الأمطار في قطر فيمكن أن نقف على خصائصها الاحتمالية من خلال قراءة (شكل رقم ٦-٨ب)، حيث نرصدها في النقاط التالية:

١- يبدو أن أقصى كمية هطول سنوي في قطر يفوق في علاقته مع فترة الرجوع العلاقة السابقة بين مجموع كمية الأمطار السنوية وفترة الرجوع بفارق بسيط، حيث بلغت قيمة هذه العلاقة الطردية (+٨٨٣,٠)، وهذا يعني أن (٧٨٪) من الاختلافات في أقصى كمية هطول سنوي يرجع إلى التفاوت في فترات الرجوع، في حين يعزى (٢٢٪) إلى عوامل أخرى.

٢- العلاقة القوية الموجبة التي تربط بين المتغيرين تمثلها معادلة أسية صياغتها كالتالي:

$$ص = ١,٥٥ س^{+٠,٦٩}$$

حيث: ص= تمثل قيم أقصى كمية هطول سنوية. س= فترة الرجوع (سنة).

٣- من هذه المعادلة والعلاقة الطردية نخلص إلى أن بعض القيم تنحرف عن الخط الأمثل، وخاصة تلك التي تمثل فئات القيم العليا والوسطى.

٤- يلاحظ أن احتمالات سقوط أكثر من (٢٤٠) ملم يتراوح ما بين (٤٪ و ٩٪)، وأن احتمال سقوط أقل من (٦٠) ملم يتراوح بين (٧٥٪ و ٩٦٪)، بحيث يتوقع أن تحدث مرة كل سنة.

٥- يمكننا على ضوء تحليل الرسم البياني (شكل رقم ٦-٨ب) أن نتوقع سقوط حدود معينة من أقصى كمية تقع بين (٦٠-٢٤٠) ملم، نرصدها كالتالي:

جدول رقم (٦-٧)

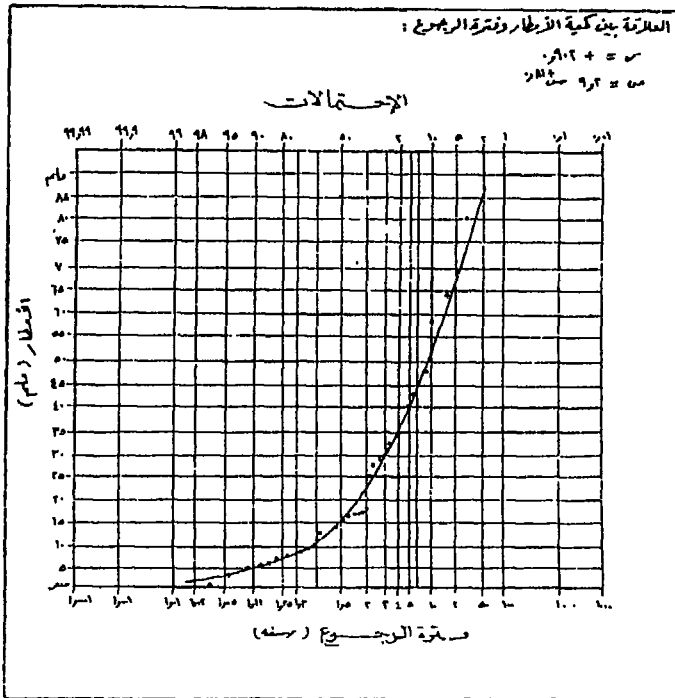
استخلاص احتمالات سقوط أقصى كمية من الأمطار (ملم) وفترات رجوعها

أقصى كمية هطول	٧٠	٩٠	١١٠	١٤٠	١٧٠	٢٠٠	٢٣٠
الاحتمالات ٪	٦٨	٦٠	٥٠	٤٠	٢٨	١٧	١٠
فترات الرجوع	مرة كل						
(سنة)	١	١	٢	٣	٤	٥	١٠

(د) احتمالات حدوث وفترات رجوع الأمطار اليومية:

من خصائص الأمطار اليومية في قطر أنها تسقط في زخات قوية، وأن أطول سجل مطري لا يوجد إلا في الدوحة، لذا اعتمدنا بياناتها المطرية في حساب احتمالات أقوى الزخات خلال العام، وفترات رجوع كل منها، بحيث تم ترتيب القيم - كما أوضحنا سابقا - ترتيبا تنازليا، ولعلنا نود في هذا المقام أن نلفت النظر إلى أننا أهملنا عند حساب العلاقة بين قيم أقوى الزخات وفترة الرجوع أدنى قيمة هي (٠,٢) ملم؛ لأن إشارتها السالبة عند تحويلها إلى ما يقابلها من القيم اللوغاريتمية تؤثر على هذه العلاقة، كما تبين لنا أن ضرب كل قيمة من قيم أقوى الزخات من الأمطار في الرقم (١٠) ومن ثم تحويلها إلى قيم لوغاريتمية يؤدي إلى خفض قيمة معامل الارتباط بمقدار (٢١٪)، لذا فضلنا أن تقتصر القيم على العدد (٣٢) وعدم اللجوء إلى عملية الضرب رغم أنها تظهر في الرسم البياني.

ومن (الشكل رقم ٦-٩) الممثل للعلاقة بين فترة الرجوع واحتمالات سقوطها من جهة، وبين أقوى الزخات في يوم واحد من جهة ثانية، نقف على أهم الخصائص التالية:



شكل رقم (٦-٩)
العلاقة بين فترة الرجوع وأقوى الزخات من الأمطار في يوم واحد
في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

١- من الواضح أن أعلى قيمة من الزخات المطرية نادرة الحدوث؛ لأن نسبة احتمالها قد تبلغ في حدود (٣,٥٪)، وأنها لم تتكرر إلا مرة واحدة على مدى السجل المطري للدوحة، لذا نلاحظ أنها تشذ - إضافة إلى بعض القيم الواقعة بين (٥٥ و ٦٥) ملم - عن مجموعة قيم أعلى الزخات التي تبدو وكأنها عقد منظوم.

٢- يتبين أن بعض الزخات من الأمطار اليومية التي لا تزيد الواحدة منها على (١٧,٩) ملم تحدث مرة كل سنة على الأقل، بينما تحدث بعض الزخات الأقوى التي تسقط في الواحدة منها بين (٢٢,٥ و ٢٦,٣) ملم مرة كل سنتين، أما الزخات التي تفوق هذه القيم وتقع بين (٣٣ و ٣٩,٦) ملم فقد تحدث مرة كل ثلاث أو أربع سنوات، ومن الواضح أن الزخات التي يسقط في الواحدة منها (٤٥) ملم تحدث مرة كل (٧) سنوات، في حين أن أعنف الزخات التي تسقط في الواحدة منها بين (٥٠ و ٥٥) ملم قد تحدث مرة كل عشر سنوات على الأقل.

٣- يتضح أن العلاقة التي تم استخراجها حسب الأسس التي أفصحنا عنها سابقا تفوق تلك التي تربط بين مجموع كمية الأمطار السنوية، وأقصى كمية هطول كل في علاقة مع فترة الرجوع، حيث بلغت في هذه الحالة (+٠,٩٠٢)، وهذا يعني أن كثيرا من القيم قد تتحقق بنسبة تزيد على (٩١٪)، وأن (١٩٪) من الاختلافات قد ترجع إلى عوامل أخرى.

٤- وفي استخدامنا للرسم البياني تمكنا من استخلاص احتمال حدوث أقوى الزخات وما يقابلها من فترات رجوع، نجدولها كالتالي:

جدول رقم (٦-٨)

استخلاص أقوى الزخات واحتمالات حدوثها وما يقابلها من فترات رجوع

فترات الرجوع (سنوات)	٢	٣	٤	٥	٦	٧	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥
أقوى الزخات/ ملم	٢٣	٢٨	٣٦	٤١	٤٤	٤٧	٥١	٦٠	٦٦	٦٩	٧٤	٨٠
الاحتمالات ٪	٤٠	٣٠	٢٠	١٨	١٥	١٢	١٠	٧	٥	٤	٣	٣

وخلاصة تحليل احتمالات الأمطار السنوية واليومية وفترات رجوعها تم تجميعها في (شكل رقم ٦-١٠)، وقد بني هذا الشكل على أساس استخلاص القيم المطرية المقابلة لفترات رجوعها، حيث نستنتج من قراءة الشكل الخصائص التالية:

١- نؤكد على أن العلاقة بين القيم المطرية للعينات الثلاث طردية (موجبة)، ولكنها تتفاوت في قوتها، فكمية الأمطار المتوقعة في الدوحة على مدى (٤٠) سنة، تبلغ قيمة معامل ارتباطها في حدود (+٠,٩٩٨)، بينما تبلغ بالنسبة للكميات المتوقعة من أقصى هطول سنوي في قطر (+٠,٩٩٥)، ويلاحظ أن أدنى هذه العلاقات تتمثل في أقوى الزخات من الأمطار في الدوحة، إذ تبلغ (+٠,٩٨٤).

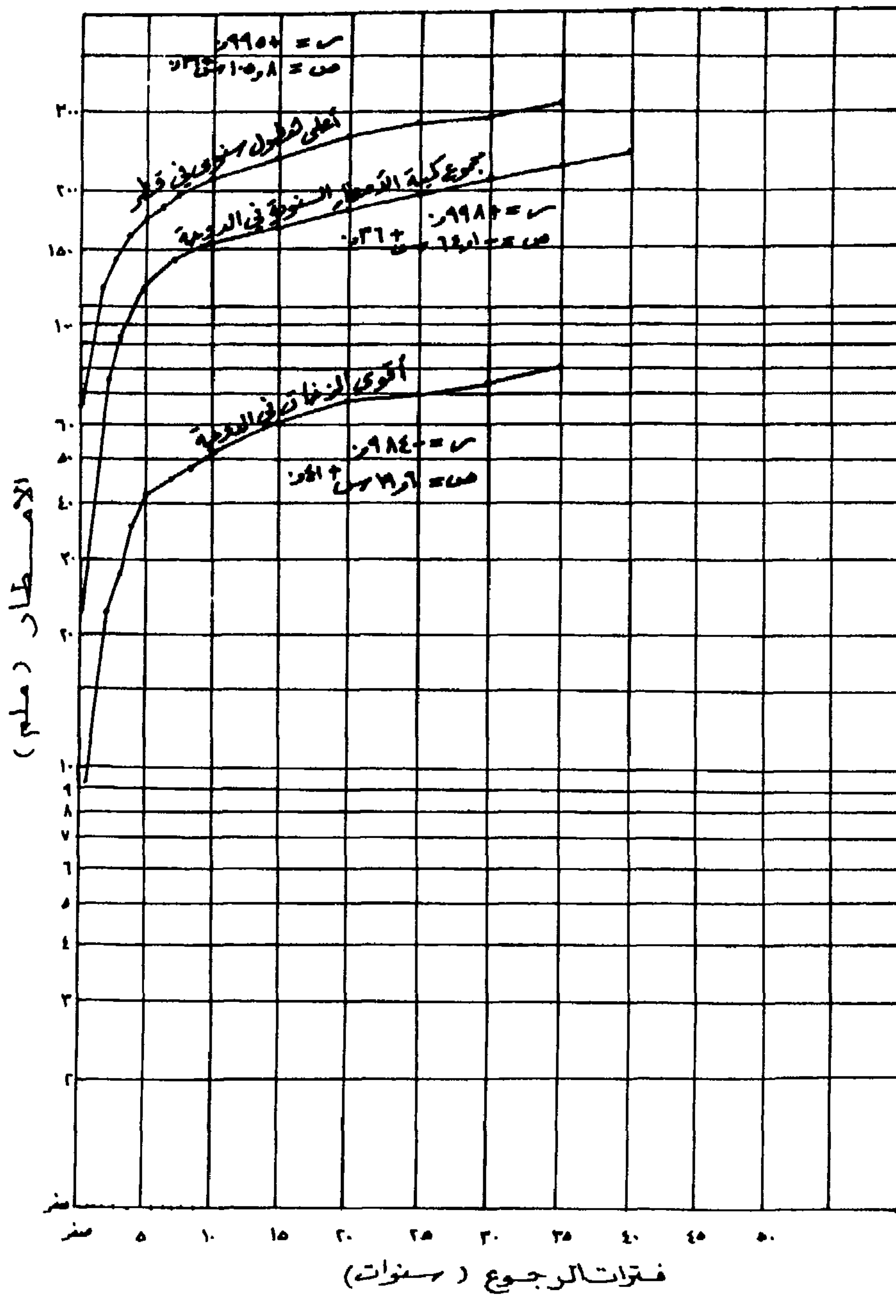
٢- يلاحظ أن أقوى الزخات اليومية التي تسقط على الدوحة مرة كل سنتين لاتقل عن (٢٣) ملم، بينما يتوقع أن تتراوح كمية الأمطار السنوية التي تستقبلها الدوحة مرة كل سنتين بين (٧٥ و ٨٠) ملم، في حين لا يقل أقصى هطول سنوي متوقع على قطر عن (١٢٥) ملم.

٤- معدلات الأمطار وتقديراتها العامة في شبه جزيرة قطر:

لتقدير كمية التساقط اتبعنا الأسلوب التالي:

(أ) تقسيم أراضي قطر إلى قسمين: القسم الشمالي، والقسم الجنوبي، يفصلهما خط يصل بين مدينتي الدوحة في الشرق ودخان في الغرب، ثم قدرت مساحة كل قسم على حدة.

(ب) تم تقسيم القسمين الشمالي والجنوبي إلى أقسام ثانوية بحسب ما ورد في التقسيم الإداري لوزارة البلديات، وأطلقنا عليها اسم (منطقة)، وقدرت فيما بعد مساحة كل منطقة مستخدمين طريقة المربعات، والجدول التالي يوضح ذلك:



شكل رقم (٦ – ١٠)

تحليل احتمالات الأمطار السنوية وفترات رجوعها

جدول رقم (٦-٩)

توزيع المساحة بين مناطق شبه جزيرة قطر (كم٢)

القسم الشمالي				القسم الجنوبي			
المنطقة	المساحة كم٢	٪ من م ق	٪ من م ك	المنطقة	المساحة كم٢	٪ من م ق	٪ من م ك
الشمال	١٠٨٧,٤٨٢	٢٢,٥	٩,٣	الجميلية ج	١٠٢٧,٥٩٧	١٤,٩	٨,٧
الغويرية	٦٤٣,٦٨١	١٣,٣	٥,٥	الريان ج ق	٨١٦,٦٤٢	١١,٨	٧,٠
الخور	١٠٣٤,٤٠٧	٢١,٤	٨,٨	الدوحة ج	٨٧,٥٣٨	١,٣	٠,٧
أم صلال	٥٠٤,٢١٨	١٠,٤	٤,٣	الوكرة	١٢٦٧,٠٣٦	١٨,٣	١٠,٨
الجميلية ش	١٣٣٩,٩٠٦	٢٧,٧	١١,٤	جريان البطنة	٣٧١٣,٥٨٥	٥٣,٧	٣١,٦
الريان ش غ	١٣٧,٥٨٧	٢,٨	١,١				
الدوحة ش	٩٠,٣٢١	١,٩	٠,٨				
المجموع	٤٨٣٧,٦٠٢	٪١٠٠	٪٤١,٢		٦٩١٢,٣٩٨	٪١٠٠	٪٥٨,٨

ملاحظة: (١) م ق: تعني مساحة القسم، م ك: تعني المساحة الكلية.
(٢) ج: جنوب، ق: شرق، ش: شمال، غ: غرب.

(جـ) تم استخراج معدل المطر المعياري لكل قسم ومنطقة (الجدولان الملحقان ٦-١، ٦-٢)، مستعينين لهذا الغرض بمجموع الأمطار السنوية للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)، [مع ملاحظة أننا استكملنا البيانات المفقودة اعتمادا على قراءة خرائط توزيع الأمطار في هاتيك المواسم، ومن ثم إيجاد معاملات الارتباط بينها والاستعانة بأقربها كمواقع أدلة]، واستخدمنا طريقة خطوط المطر المتساوية لكل سنة على حدة؛ لأنها تمثل إحدى الطرائق الهامة في تقدير معدلات الأمطار، سواء في أحواض الأودية أو في أي منطقة معلومة المساحة (Thomson and Benson, 1970, P. 18)، وقد توصلنا إلى النتائج التالية:

(أ) بالنسبة لمعدلات المطر المعيارية:

١- يتناسب المعدل المعياري للأمطار مع مجموع الأمطار الحقيقية المسجلة في كل موسم مطري.

٢- يتبين أن معدل المطر المعياري للقسم الجنوبي أكثر انسجاما -ولو بدرجة طفيفة- مع معدل المطر المعياري لشبه جزيرة قطر، بدليل معامل الارتباط الذي بلغ

(+٩٧٩, ٠)، مقارنة بالمعدل المعياري لأمطار القسم الشمالي والذي بلغ فيه معامل الارتباط بينهما (+٩٧٨, ٠)، وأن معادلة خط الانحدار بينهما يمكن صياغتها على النحو التالي:

م ش = ١,٢٣٣٨ + ١,١٠١١ م ق، م جـ = ٩٢٢٦, ٠ م ق - ١,٥٧٨٨

حيث: م ش = معدل المطر المعياري للقسم الشمالي.

م جـ = معدل المطر المعياري للقسم الجنوبي.

م ق = معدل المطر المعياري لشبه جزيرة قطر.

٣- يتضح أن معدل المطر المعياري للقسم الشمالي يفوق في كمياته معدل المطر المعياري للقسم الجنوبي، ورغم أن العلاقة بينهما قوية قد تبلغ (+٩١٧, ٠)، إلا أن تفوق بعض معدلات المطر في القسم الجنوبي للمواسم (٧٢/ ٧٣، ٧٤/ ٧٥، ٨٠/ ٨١، ٨٤/ ٨٥) قد أثَّر على هذه العلاقة، وحال دون رقيِّها إلى مستوى العلاقتين السابقتين، وأن معدل الزيادة للمواسم السابقة يتراوح بين (١,٢ و١٩,٩) ملم وخاصة موسمي (٨٤/ ٨٥، ٧٣/ ٧٤)، أي بنسبة زيادة تتراوح بين (٩٪-٨,٣٠٪)، في حين بلغت الزيادة في معدلات المطر المعيارية للقسم الشمالي على معدلاتها في القسم الجنوبي ما بين (٩,٠٪) للموسم ٨١/ ٨٢، وحوالي (٢,٨٤٪) للموسم (٨٩/ ٩٠) والجدول التالي يوضح هذه الخصائص:

جدول رقم (٦-١٠)

إجراء مقارنة لمعدلات الزيادة ونسبها المئوية بين القسمين الشمالي والجنوبي

المواسم	الزيادة (ملم)	٪ من معدل القسم الشمالي	٪ من معدل القسم الجنوبي
٧٢/ ٧٣	٥,١	٢٥,١	٢٠,١
٧٣/ ٧٤	١٩,٩	٤٤,٤	٣٠,٨
٧٤/ ٧٥	٥,٩	٩,٨	٩,٠
٨٠/ ٨١	١٣,٦	٣٧,٦	٢٧,٣
٨٤/ ٨٥	٢,١	١٧,٥	١٤,٩

وهذا يعني أن نسبة الزيادة العامة بين القسمين تبلغ (٢٤٪) وقد تم استخراجها على أساس الفرق بين معدل المطر المعياري العام للقسم الشمالي (١٨,٠٤) ملم، ومعدل المطر المعياري العام للقسم الجنوبي المقدر بحوالي (٦٥,٣٨) ملم، والذي يبلغ (١٥,٦٥) ملم، وقد نسبت هذه القيمة لمعدل المطر المعياري العام للقسم الجنوبي على النحو التالي:

١٥,٦٥ ÷ ٦٥,٣٨ × ١٠٠٪ = ٢٣,٩٤٪ = ٢٤٪ تقريبا.

٤- من خلال إيجاد العلاقة بين كل من المعدلات المعيارية للأمطار في كل موسم مطري للقسمين الشمالي والجنوبي من جهة، وبين المجموع السنوي للأمطار في الدوحة للموسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) من جهة ثانية، وتمثيل هذه العلاقة بيانيا (الشكل ٦-١١ أ،ب) يتبين أن العلاقة بينهما موجبة، وقوية نوعا ما، رغم تناثر بعض القيم بعيدا عن خط الانحدار، وخاصة القيم الممثلة للموسم (٨٢/ ٨٣)، الذي لا تقل معدلات المطر فيه عن (١٠٠) ملم، بل قد تزيد في بعض مواقع الرصد (الجميلية مثلا) على (٢٠٠) ملم، وقد بلغت قيمتا معامل الارتباط (+٠,٨٣٦ ، +٠,٨٤٩) على التوالي، وتؤكد هاتان القيمتان على أن العلاقة بين معدلات المطر المعيارية للقسم الجنوبي والمجموع السنوي للأمطار أقوى، والقيم أقل تبعثرا، وبعضها أكثر التزاما بخط الانحدار من نظيراتها التي أجريت بين القسم الشمالي والدوحة.

٥- تعكس العلاقة التي يوضحها (الشكل ٦-١١ أ، ب) معادلتي خط الانحدار التي يمكن عن طريقهما - رغم عدم استخدامهما لأنهما تحتاجان إلى بحث منفرد - تقييم السلسلة الزمنية للتغذية Recharge، هاتان المعادلتان يمكن صياغتهما كالتالي:

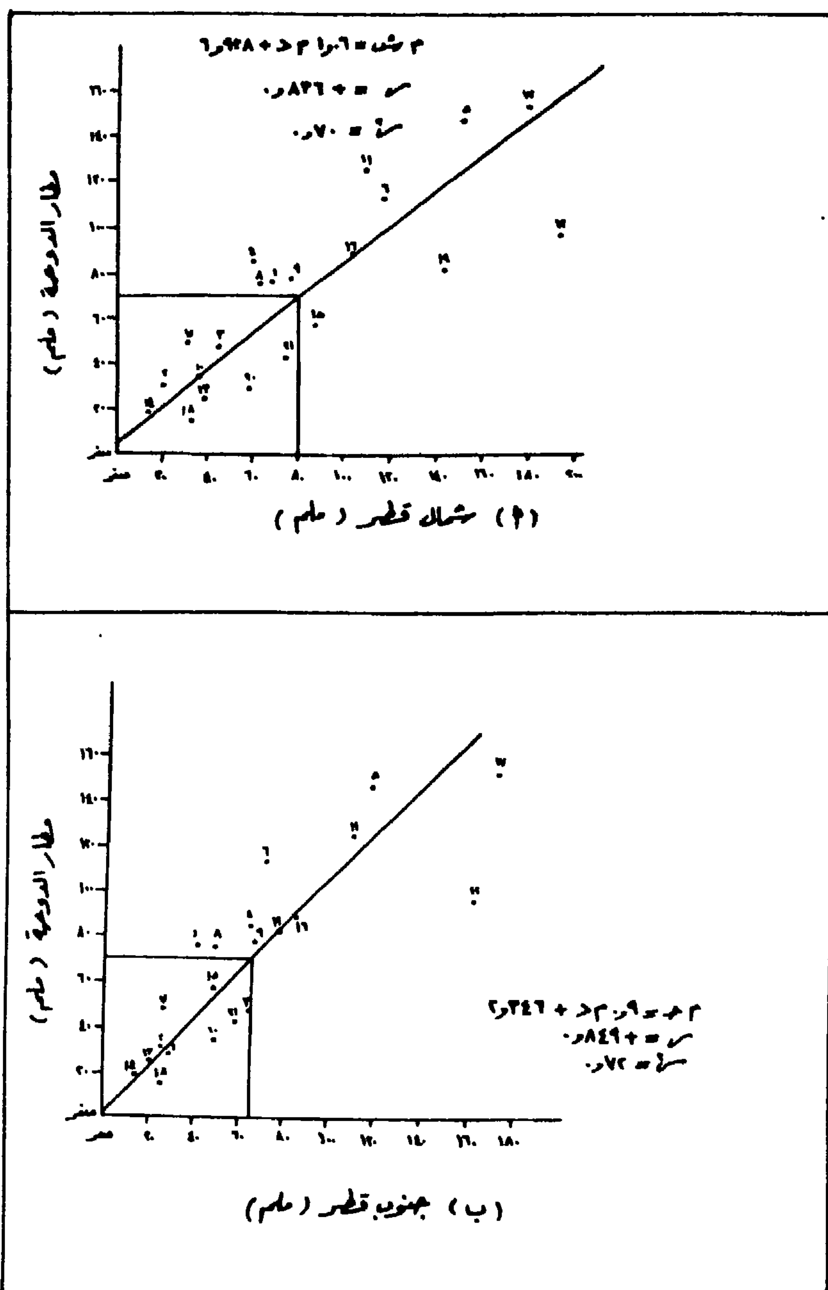
م ش = ١,٠٦ م د + ٦,٩٢٨، معامل التحديد = ٠,٧٠ (١)

م جـ = ٠,٩ م د + ٢,٣٤٦، معامل التحديد = ٠,٧٢ (٢)

حيث: م ش = معدل المطر المعياري للقسم الشمالي.

م د = مجموع الأمطار السنوية في الدوحة.

م جـ = معدل المطر المعياري للقسم الجنوبي.



شكل رقم (٦ - ١١)

العلاقة بين المعدلات العيارية للأمطار في القسمين الشمالي والجنوبي لقطر وبين المجموع السنوي للأمطار في الدوحة

(ب) بالنسبة للتقديرات العامة لحجم التساقط:

يبدو أن تقديرات حجم التساقط (الجدول الملحق رقم ٦-٣)(*) بطريقة خطوط المطر المتساوي - ووفق المعادلة التالية: $PA = pa$، P = معدل التساقط، pa = مجموع حجم التساقط بين خطوط المطر المتساوية، A = المساحة الكلية لمنطقة التساقط - عملية شاقة، إلا أنها قد تعطي نتائج يمكن الاعتماد عليها، ومن خلال استعراض نتائج حساب حجم التساقط لكل من القسمين الشمالي والجنوبي وشبه جزيرة قطر والمناطق الثانوية على مدى (٢١) موسما مطريا تتبين لنا الخصائص التالية:

١- بلغ مجموع ما استقبلته شبه جزيرة قطر من أمطار (متوسط عمق الأمطار على شبه الجزيرة ككل) خلال فترة الرصد حوالي (٢٠٢٣٢,٣٢٥) مليون م٣، بمعدل سنوي (٩٦٣,٤) مليون م٣، في حين قدر مجموع حجم التساقط على القسمين الشمالي والجنوبي في حدود (٢١٣٥٥,١٢٧) مليون م٣، أي بمعدل سنوي (١٠١٦,٩١) مليون م٣، هذه القيم تشير إلى وجود فرق بين التقديرين المتعلقين بكمية الأمطار وبالتالي معدلاتها بلغ (١١٢٢,٨)، (٥٣,٥) مليون م٣ على التوالي، ويعزى هذا الفرق إلى بعض التباين في معدلات الأمطار المعيارية ما دمنا اعتمدنا طريقة خطوط المطر المتساوية.

٢- كان نصيب القسم الشمالي من الأمطار على مدى الفترة (٧١/ ٧٢- ٩١/ ٩٢) في حدود (٨٢٣٢,٦) مليون م٣، بمعدل (٣٩٢) مليون م٣/ السنة، بينما قدر حجم التساقط على القسم الجنوبي في نفس الفترة بحوالي (١٣١٢٢,٥) مليون م٣، بمعدل يصل إلى (٦٢٤,٨٨) مليون م٣/ السنة، ويرجع ذلك إلى تفوق مساحة القسم الجنوبي (٦٩١٢,٣٩٨) كم٢، التي تعتبر عاملا حاسما في حساب حجم التساقط مقارنة بمساحة القسم الشمالي التي تبلغ (٤٨٣٧,٦٠٢) كم٢، وهذا يعني أن الزيادة تبلغ (٤٨٨٩,٩) مليون م٣، أي بنسبة (٥٩,٤٪) من حجم التساقط في القسم الشمالي.

٣- بلغ أعلى مجموع تقديري لحجم التساقط في القسم الجنوبي في الموسم (٨٧/٨٨) حوالي (١١٧٥,١) مليون م٣، مقابل (٨٦٣) مليون م٣ في القسم الشمالي، أي بزيادة قدرت نسبتها بحوالي (٣٦,٢٪) من أمطار القسم

الشمالي، وينسحب هذا على المجموع التقديري لحجم التساقط في شبه جزيرة قطر بصفة عامة، حيث بلغ (٤, ٢٠٥٠) مليون م٣.

في حين بلغ أعلى مجموع تقديري لحجم التساقط في القسم الشمالي (٩٣٨,٥) مليون م٣ للموسم (٨٢/ ٨٣)، مقابل (٨, ١١١٠) مليون م٣ في القسم الجنوبي، بزيادة بلغت نسبتها (١٨,٤٪)، ويعزى تقلص الفارق إلى تزايد معدلات التساقط في القسم الشمالي، حيث بلغت في ذات الموسم (١٩٤) ملم، مقابل (٧, ١٦٠) ملم في القسم الجنوبي.

٤- يتبين من (شكل رقم ٦-١٢) أن المجموع التقديري لحجم التساقط يتفاوت بين موسم مطري وآخر تفاوته بين قسم وآخر، فنلاحظ أن المواسم المطرية (٧٥/٧٦، ٧٩/ ٨٠، ٨٢/ ٨٣، ٨٧/ ٨٨، ٨٩/ ٩٠) شهدت تزايدا في كميات الأمطار، أدت إلى التزايد في المجموع التقديري لحجم التساقط، وهي حالات تشير إلى مدى التذبذب الذي يطرأ على عنصر المطر في شبه جزيرة قطر، وإلى الأهمية التي يجب أن توليها الدولة وتضعها في الاعتبار للاستفادة من هذه الخصائص، كما تؤكد السلسلة من خلال تقاطع الخط البياني للمجموع التقديري لحجم التساقط على التفاوت والتباين الواضحين بين القسمين الشمالي والجنوبي، حيث تظهر تفوقا للقسم الجنوبي في الموسمين (٨٢/ ٨٣، ٨٧/ ٨٨)، في حين يتفوق القسم الشمالي في موسم واحد (٨٩/ ٩٠) بغض النظر عن بعض التجاوزات الطفيفة بينهما.

٥- وجود خمس قمم للمجموع التقديري لحجم التساقط، تتصدرهما قمتان يزيد فيهما حجم التساقط على (٢٠٠٠) مليون م٣، ويبدو أنهما لم تتكررا على مدى الفترة الزمنية، فلابد من التقنين في استهلاك المياه، والمحافظة على مصادرها، واستغلالها بطريقة تحفظ استمراريتها وكفايتها.

٦- تؤكد السلسلة الزمنية على مدى التوافق والترابط في فصلية الأمطار بين القسمين الشمالي والجنوبي، مما يدعم ما نذهب إليه بأن مصدر الأمطار في قطر - رغم بعض التفاوت - واحد، ويتمثل في المنخفضات المتوسطية والسودانية وأحيانا المحلية منها. أما ما يتعلق بتقديرات حجم التساقط الرقمية



شبه جزيرة قطر —— القسم الشمالي - - - القسم الجنوبي ——

مليون متر مكعب

حجم التساقط

٢١٠٠٠
٢٠٠٠٠
١٨٠٠٠
١٦٠٠٠
١٤٠٠٠
١٢٠٠٠
١٠٠٠٠
٨٠٠٠
٦٠٠٠
٤٠٠٠
٢٠٠٠
صفر

٧٢/٧١ ٧٦/٧٥ ٨١/٨٠ ٨٦/٨٥ ٩١/٩٠ ٩٢/٩١

شكل رقم (٦-١٢)
السلسلة الزمنية لحجم التساقط في شبه جزيرة قطر والقسمين الشمالي والجنوبي للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١)

في مناطق شبه جزيرة قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)، فالجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-١١)

تقديرات حجم التساقط على مناطق قطر للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)

م	مناطق قطر	المساحة (كم٢)	حجم التساقط (مليون م٣)	الترتيب
١	الشمال	١٠٨٧,٤٨٢	١٩٤٧,٤١	٣
٢	الغويرية	٦٤٣,٦٨١	١١٣٩,٧٧	٧
٣	الخور	١٠٣٤,٤٠٧	١٨٣٦,٢٤	٤
٤	أم صلال	٥٠٤,٢١٨	٨٦٨,١٠	٨
٥	الجميلية	٢٣٦٧,٥٠٣	٣٥٨٤,٨١	٢
	(أ) القطاع الشمالي	(١٣٣٩,٩٠٦)	(٢١٤٨,٥٢)	
	(ب) القطاع الجنوبي	(١٠٢٧,٥٩٧)	(١٤٣٦,٢٩)	
٦	الريان	٩٥٤,٢٢٩	١٤٥٢,٢٠	٦
	(أ) الشمال الغربي	(١٣٧,٥٨٧)	(٢٣٠,٦٦)	
	(ب) الجنوبي الشرقي	(٨١٦,٦٤٢)	(١٢٢١,٥٤)	
٧	الدوحة	١٧٧,٨٥٩	٢٧٠,٤٤	٩
٨	الوكرة	١٢٦٧,٠٣٦	١٧٢٠,١٠	٥
٩	جريان البطنة	٣٧١٣,٥٨٥	٥١٧٧,٠٣	١
	المجموع	١١٧٥٠,٠٠٠	١٧٩٩٦,١٠	

ومن (الجدول السابق رقم ٦-١١) نلاحظ الخصائص التالية:

١- يبدو أن منطقة جريان البطنة التي تشغل الجزء الجنوبي والجنوب الغربي من قطر بمساحة تبلغ نسبتها (٣١,٦٪) من مساحة قطر، (٥٣,٧٪) من مساحة القسم الجنوبي، تحظى بنصيب وافر من المجموع التقديري لحجم التساقط، فقد بلغ (٥١٧٧,٠٣) مليون م٣، أي بنسبة تقدر بـ (٢٨,٧٧٪)، أما منطقة الجميلية التي تغطي معظم الجانب الغربي بنسبة (٢٠,١٥٪) من مساحة قطر، وحوالي (٢٧,٧٪، ١٤,٩٪) من مساحتي القسمين الشمالي والجنوبي على التوالي، فقد جاءت في المرتبة الثانية، حيث بلغ المجموع التقديري لحجم التساقط (٣٥٨٤,٨١) مليون م٣، هذه الكمية التي بلغت نسبتها (١٩,٩٢٪) موزعة بين قسمي منطقة الجميلية بنسب تتراوح بين (١١,٩٤٪، ٧,٩٨٪) من المجموع الكلي لحجم التساقط.

٢- لعل منطقتي الشمال والخور اللتان تعتبران أوفر حظا في أمطارهما تأتيان في المرتبتين الثالثة والرابعة رغم أن مساحتيهما لا تشكلان - كلٌ على حدة -

سوى (٩,٣٪، ٨,٨٪) من جملة مساحة قطر قياسا بمساحة الوكرة التي تضاهي نسبتها (١٠,٨٪) وتأتي لاحقة لهما.

٣- يتبين أن منطقتي الدوحة وأم صلال لا تسهمان سوى بنسبة ضئيلة مقارنة بالمجموع التقديري لحجم التساقط، حيث تراوحت هذه المساهمة المتواضعة بين (١,٥٪، ٤,٨٪) على التوالي، وتعتبر هذه الخصائص استجابة للرقعة المحدودة التي تغطيها كل منهما.

٤- يؤكد جدول توزيع تقديرات حجم التساقط حسب المناطق بأن مجموع ما سقط على شبه جزيرة قطر خلال المواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) بلغ في حدد (١٧٩٩٦,١) مليون م٣، أي بمعدل (٨٥٧) مليون م٣/ الموسم، فإذا وُزِّع هذا المعدل على مناطق قطر، فإن نصيب كلٍّ منها (٩٥,٢٢) مليون م٣/ الموسم، هذا الجنوح يؤدي إلى قسمة ضيزى بين المناطق؛ لأننا ألغينا القيم المساحية من ناحية، وأهملنا في ذات الوقت المعدل المعياري الذي يتفاوت من منطقة إلى أخرى، والذي قد يرجِّح الكفة في كثير من الحالات بغض النظر عن تفوق المساحة من ناحية ثانية، ومثالنا على ذلك ينحصر في المقارنة بين منطقتي الشمال والخور في جانب ومنطقة الوكرة في الجانب الآخر، فمساحة كل من المنطقتين الأولتين تتراوح بين (١٠٨٧,٤٨٢، ١٠٣٤,٤٠٧)كم٢، ومساحة منطقة الوكرة تبلغ (١٢٦٧,٠٣٦)كم٢، أي بزيادة قدرها (١٧٩,٥٥٤، ٢٣٢,٦٢٩) كم٢ على التوالي، ومع ذلك أسهمت منطقتا الشمال والخور بمعدل موسمي لكل منهما بلغ في حدود (٩٢,٧٣، ٨٧,٤٤) مليون م٣، بينما بلغ المعدل الموسمي الذي استقبلته منطقة الوكرة (٨١,٩١) مليون م٣، هذه الخصائص لا تغدو قاعدة لأننا نتعامل مع عنصر متغير ومتذبذب (المطر).

٥- من (الجدول رقم ٦-١١) يتضح أن المناطق الشمالية (الغويرية، والخور) والغربية (الجميلية) تتفق في الفترة الزمنية التي تبلغ فيها معدلات المطر أعلى قيم لها، وتتمثل في الموسم (٨٢/ ٨٣)، في حين يمثل الموسم (٨٧/ ٨٨) أعلى معدلات للمطر في كل من مناطق الجانب الشرقي إلى الجنوب من أم صلال (أم صلال، الدوحة، الريان، الوكرة) والمنطقة الجنوبية والجنوبية الغربية

ممثلة في (جـريان البطنة)، بينما انفـردت منطقة الشـمال بالموسم (٧٥/ ٧٦)، وقد انعكست هذه المعطيات ترتيبا على المجمـوع التقديري لحجم التساقط، مما يجـعلنا نستـوحي بأن الجنوب القطري وبعض أقـسـام الوسط والشرق تتـأثر -إضافـة إلى المنخفضات المتـوسطية والسودانيـة- بمنخفضات حـرارية تساهم بكميات لا بأس بها من الأمطار تضيفها إلى المخزون الجوفي، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-١٢)

توزيع أكبر كميات تساقط ومواسم سقوطها على مناطق قطر

المنطقة	الموسم	كمية التساقط (مليون م٣)
الشمال	٧٥/٧٦	٢٢٧
الغويرية	٨٢/٨٣	١٢٧
الخور	٨٢/٨٣	١٨٣
الجميلية	٨٢/٨٣	٥١٧
أم صلال	٨٧/٨٨	١١٥
الدوحة	٨٧/٨٨	٢٩
الريان	٨٧/٨٨	١٩٣,٥
الوكرة	٨٧/٨٨	١٦٦
جريان البطنة	٨٧/٨٨	٧٢٥

٦- يميز الفترة الزمنية التي تم خلالها حـساب حجم التساقط ثلاثة مواسم أظهرت تناقصا حادا في كميات الأمطار، وتفاوتا في مناطق توزيعها، فالمنطقة الشمالية والشمـالية الغربيـة (الشمال، الغويريـة) انفردت بالموسم (٧٢/ ٧٣)، ومناطق وسط الشـرق (أم صـلال، الدوحـة) بالموسم (٨٨/ ٨٩) والمناطق الـغـربيـة والوسطى والجنوبيـة إضافـة إلى منطقـة الخور بالموسم (٨٤/ ٨٥)، والجـدول التالي يوضح هذه الخصائص:

جدول رقم (٦-١٣)

توزيع أدنى كميات تساقط حسب المناطق ومواسم سقوطها

المنطقة	الموسم	حجم التساقط (مليون م٣)
الشمال	٧٢/ ٧٣	١٣,٣
الغويرية	٧٢/ ٧٣	٨,١
الخور	٨٤/ ٨٥	١٣,٠
الجميلية	٨٤/ ٨٥	٢٩,٠
أم صلال	٨٨/ ٨٩	٨,٧
الدوحة	٨٨/ ٨٩	٣,٢
الريان	٨٤/ ٨٥	٢٢,١
الوكرة	٨٤/ ٨٥	١٩,٧
جريان الباطنة	٨٤/ ٨٥	٦٨,٤

ثانيا: المياه السطحية (الجريان السطحي):

١- تحديد أحواض التصريف وأشكال الجريان وحساب المساحات:

من واقع الدراسة الميدانية والخرائط الطبوغـرافية، تبين لنا أن شبه جزيرة قطر تخلو من ظاهرة الأنهار الجارية، رغم وجود بعض الأودية الـقديمة الجافة، وحيث تزيد كمية الأمطار على (١٠) ملم (Eccleston, 1981, p. 6/4) تتكون المسل المائية ويبدأ الجريان السطحي الذي لا يدوم الواحد منها لأكثر من بضع ساعات، وقد تم حصـر جمـيع المسل المائية التي تنتـشر على سطح الأرض في قطر ضـمن مناطق التصريف التي ستتم دراستها. واستثنينا ما دون ذلك، لجدولها كالتالي:

جدول رقم (٦-١٤)

توزيع أعداد المسل المائية حسب المناطق

المنطقة	عدد المسل	٪	المنطقة	عدد المسل	٪
الشمال	١١٣	٢٦,٠٤	الريان	٢٤	٥,٥٣
الغويرية	٨٨	٢٠,٢٨	جريان البطنة	٢٠	٤,٦١
الجميلية	٨١	١٨,٦٦	الوكرة	٧	١,٦١
الخور	٥٣	١٢,٢١	الدوحة	٣	٠,٦٩
أم صلال	٤٥	١٠,٣٧			
المجموع الكلي				٤٣٤	١٠٠٪

ومن الجدول يتبين أن تركز المسل المائية ينحصر في النصف الشمالي وأن النصف الجنوبي لا يناله منها سوى (١٠٪) على أكثر تقدير، وهي من الإضافات ذات المغزى لخصائص النصف الشمالي، وانعكاسا لما ينفرد به من سمات السطح وخصائص جيولوجية تركيبية وتكوينات صخرية. وقد تم أثناء عملية الحصر قياس مساحات أحواض المسل المائية، حيث تبين أن هناك أحواضا بمجرى واحد، وأخريات ذات مجار بروافد عدة، لذا حاولنا التمييز بين المسل ذات الروافد والفروع، وتلك التي ليست لها روافد أو فروع تذكر، وعليه قمنا بتوزيعها إلى فئات مساحة نوردها على سبيل المثال ليس إلا، فالنوع الأول: **المسل التي ليست لها روافد ولا فروع**: يبلغ عددها (٣٢٣) مسيلا، أي بنسبة (٧٤,٤٪) من مجموع عدد المسل قيد الدراسة في قطر. والنوع الثاني: **المسل ذات الروافد والفروع**، فقسمت إلى صنفين، صنف تتراوح فئات مساحته بين (٠,٢ و ١,٧) كم٢، وعددها (٨٩) مسيلا مائيا، بنسبة (٢٠,٥٪)، والآخر تقع فئات مساحته بين (٢,٠ و ١٢,٠) كم٢، وعددها لا يتجاوز (٢٢) مسيلا مائيا، بنسبة (٥,١٪).

مع أن سطح قطر يبدو - لأول وهلة - مستويا، إلا أن المتفحص مجهريا لخصائص هذا السطح يجد فروقا جوهرية بين مختلف مناطق قطر، حيث تبرز العديد من التلال والهضيبات والحزوم تساهم - إذا انهمرت الأمطار - في انسياب المياه على طول منحدراتها عبر فجاج وأوشال لترفد مجموعة الشعاب، ومن ثم المسل المتناثرة هنا وهناك، أو أنها تشكل غطاءات انتشارية عريضة، لا تنتظم في فج أو تلتزم شعبا، وبناء على ذلك حاولنا بقدر المستطاع تقسيم مساحة قطر إلى ثلاث مناطق ثانوية لتصريف مياه الأمطار ضمن المناطق الرئيسة التي اعتمدناها في بداية الدراسة يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٦-١٥)

أحواض تصريف مياه الأمطار في قطر ومساحاتها (كم٢)

التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			خالية من التصريف (كم٢)
المسل		الانسياب	المسل		الانسياب	
العدد	المساحة كم٢	المساحة كم٢	العدد	المساحة كم٢	المساحة كم٢	
٣٢٨	٢٣٩,٣١٢	٦٩٨٨,٧٧٤	١٠٦	٧٦,٩٧٩	٢٤٣٧,٨٩٤	٢٠٠٧, ٤١

من الجدول السابق تتبين الخصائص التالية:

(أ) تشكل المناطق ذات التصريف الداخلي في حدود (٦١,٥٪) من مساحة قطر (١١٧٥٠) كم٢، ويخص المناطق ذات التصريف الخارجي (٢١,٤٪)، والنسبة الباقية (١٧,١٪) لمناطق تخلو من التصريف.

(ب) يشكل التصريف عن طريق المسل المائية مقارنة بمناطق التصريف الداخلية والخارجية ما نسبته (٢٥,٣٪)، بينما يشكل (٢,٧٪) من مساحة قطر كلها، وعلى العموم فإن التصريف الداخلي للمسل المائية يحظى بنسبة (٧٥,٧٪) من مجموع مساحة أحواض التصريف، وما تبقّى من هذه النسبة يمثله التصريف الخارجي سواء كان على اتصال مباشر بالبحر أو غير مباشر عبر مناطق السبخات.

(جـ) من الملاحظ أن مناطق التصريف ذات الانسياب الغطائي Sheet Flow تمثل في حدود (٥٩,٥٪) من مساحة قطر، ولكنها بمعيار مناطق التصريف مجملة تبلغ حوالي (٧١,٧٪)، وبهذا تقدر مناطق التصريف ذات الانسياب الغطائي الداخلي بثلاثة أضعاف مناطق الانسياب الغطائي الخارجي تقريبا، من هذا الواقع لابد من توفير السبل الكفيلة للحفاظ عليها، والعمل على صيرورتها لتغذية الخزان الجوفي، كي تبقى عملية الموازنة المائية متعادلة إلى حد كبير.

٢- حساب حجم التساقط على أحواض التصريف:

قبل أن نعرض لهذا الموضوع، نحاول تقسيم مناطق التصريف التي ذكرناها وتوزيعها على مناطق قطر الرئيسة، وهي كالتالي:

جدول رقم (٦-١٦)

مساحات مناطق تصريف مياه الأمطار في قطر

المناطق	التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			خالية من التصريف	المجموع الكلي
	مسل	انسياب	المجموع	مسل	انسياب	المجموع		
ش	٣٦,١٣٦	٥٩ ,٠٦٨	٦٢٦,٢٠٤	٢٧,٤٤٦	٢٥٩,٩٥٢	٢٨٧,٣٩٨	١٧٣,٨٨٠	١ ٨٧,٤٨٢
ع	٧٥,٥٥٨	٣٧٦,٥٢٩	٤٥٢,٠٨٧	٧,٧٢١	٥٨,٣٤١	٦٦,٠٦٢	١٢٥,٥٣٢	٦٤٣,٦٨١
ح	٢٣,٩٤٣	٥١٩,٦٢٢	٥٤٣,٥٦٥	٦,٨٠٣	٣٣٣,١٠٦	٣٣٩,٩٠٩	١٥ ,٩٣٣	١٠٣٤,٤٠٧
ص	١٧,١٠٩	٢٥٩,٩٧٨	٢٧٧,٠٨٧	٤,٥٩٣	١٤٥,٦٠٠	١٥٠,١٩٣	٧٦,٩٣٨	٥٠٤,٢١٨
ح	٥٤,٨٣٦	١٢٧٤,٠٢٥	١٣٢٨,٨٦١	٢٦,٨٤٥	٦٤٢,٨٠٩	٦٦٩,٦٥٤	٣٦٨,٩٨٨	٢٣٦٧,٥٠٣
ر	٢٢,٩١٥	٧٢٣,٩٣٤	٧٤٦,٨٤٩	-	-	-	٢٠٧,٩٨٠	٩٥٤,٢٢٩
د	٠,٧٠٠	٩٣,٤٣٠	٩٤,١٣٠	٠,٤٤١	٥٧,١٥١	٥٧,٥٩٢	٢٦,١٣٧	١٧٧,٨٥٩
و	١,٠٩٦	٦٠٥,٢٢٢	٦٠٦,٣١٨	١,١٣٤	٤٩١,٢٢٦	٤٩٢,٣٦٠	١٦٨,٣٥٨	١٢٦٧,٠٣٦
ط	٧,٠١٩	٢٥٤٥,٩٦٦	٢٥٥٢,٩٨٥	١,٩٩٦	٤٤٩,٧٠٩	٤٥١,٧٠٥	٧٠٨,٨٩٥	٧٣١٣,٥٨٥
مج	٢٣٩,٣١٢	٦٩٨٨,٧٧٤	٧٢٢٨,٠٨٦	٧٦,٩٧٩	٢٤٣٧,٨٩٤	٢٥١٤,٨٧٣	٢٠٠٧, ٤١	١١٧٥٠,٠٠٠

من (الجدول السابق رقم ٦-١٦) نستخلص ما يأتي:

(أ) باستثناء منطقة الريان، تشتمل جميع مناطق قطر على نوعين من التصريف الداخلي والخارجي Categories، فالمساحة التجميعية Aggregation لكل نوع تضم أنظمة من التصريف عبر المسل المائية أو عن طريق الانسياب الغطائي.

(ب) يبدو أن منطقة الغويرية مقارنة بمنطقة الجميلية التي تفوقها مساحة تحظى بنسبة (٦, ٣١٪) من مجموع مساحة المسل المائية ذات التصريف الداخلي، وبحوالي (٧, ١٦٪) من مجموع مساحة منطقة التصريف الداخلي، فيما تشكل مساحة المسل المائية ذات التصريف الداخلي في منطقة الجميلية (٩, ٢٢٪) من مجموع مساحة أحواض مسل التصريف الداخلي، وحوالي (١, ٤٪) من مساحة منطقة التصريف الداخلي.

(جـ) يلاحظ أن معدل مساحة حوض التصريف الخارجي للمسيل المائي في منطقة الجميلية يبلغ حوالي (١, ٢٧٨) كم٢، بينما لا يزيد المعدل في منطقة الغويرية على (٧٧٢, ٠) كم٢، ويحدث العكس بالنسبة لمعدل مساحة حوض التصريف الداخلي، ففي منطقة الغويرية يبلغ المعدل في حدود (٩٦٩, ٠)كم٢، وفي

منطقة الجميلية (٠,٩١٤) كم٢، ويعزى ذلك إلى تزايد تشعب وتفرع المسيل المائي، وبالتالي اكتساب مساحة أكبر، ويساعد على ذلك بعض خصائص البنية المتمثلة في انتشار العديد من الشقوق والمفاصل، وخاصة في الجزء الشمالي من منطقة الجميلية، وبعض أجزاء من منطقة الغويرية التي تحتضن الطرف الشمالي للقوس القطري.

(د) تنفرد منطقتا جريان البطنة والجميلية بحوالي (٥٤,٦٪) من مساحة الانسياب الغطائي الداخلي، مع حيازة المنطقة الأولى على (٣٦,٤٪)، بينما تتراجع نسبة مساحته في مناطق التصريف الخارجي إلى (١٨,٥٪)، وتحتل مكانتها منطقة الوكرة بنسبة تبلغ (٢٠,٢٪)، وتحتفظ منطقة الجميلية بنسبة (٢٦,٤٪) من مجموع مساحة الانسياب الغطائي لسيطرتها على معظم الساحل الغربي الذي يضم العديد من الحزوم والتلال ومعظم المناطق الناهضة في شبه جزيرة قطر. ولتقدير حجم التساقط استعنا بمعدلات المطر التي تم استخلاصها من واقع خرائط خطوط المطر المتساوية (الجدول الملحق رقم ٦-٢) لكل منطقة على حدة نرصدها في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-١٧)

حساب حجم التساقط فوق مناطق أحواض التصريف (مليون م٣)

للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)

المنطقة	التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			خالية من التصريف	المجموع الكلي
	مسل	انسياب	المجموع	مسل	انسياب	المجموع		
ش	٦٤,٧١	١٠٥٦,٦٦	١١٢١,٣٧	٤٩,١٥	٤٦٥,٥١	٥١٤,٦٦	١٦٣٦,٠٣	٧٧,٩١
ع	١٣٢,٣٥	٦٦٨,١٠	٨٠٠,٤٥	١٣,٥٣	١٠٣,٥٢	١١٧,٠٥	٩١٧,٥٠	٤٣,٦٩
ح	٤٢,٥٦	٩٢٣,٦٥	٩٦٦,٢١	١٢,١٠	٥٩٢,١٠	٦٠٤,٢٠	١٥٧٠,٤١	٧٤,٧٨
ص	٢٩,٤٥	٤٤٧,٦١	٤٧٧,٠٦	٧,٩١	٢٥٠,٦٨	٢٥٨,٥٩	٧٣٥,٦٥	٣٥, ٣
ح	٨٣, ٣	١٩٢٩,٠٩	٢٠١٢,١٢	٤٠,٦٥	٩٧٣,٣٣	١٠١٣,٩٨	٣ ٢٦,١٠	١٤٤,١
ر	٣٤,٧٨	١ ٩٨,٥٩	١١٣٣,٣٧	-	-	-	١١٣٣,٣٧	٥٣,٩٧
د	١,٠٧	١٤٢, ٦	١٤٣,١٣	٠,٦٧	٨٦,٩	٨٧,٥٧	٢٣٠,٧٠	١ ,٩٩
و	١,٤٩	٨٢١,٦٥	٨٢٣,١٤	١,٥٤	٦٦٦,٨٥	٦٦٨,٣٩	١٤٩١,٥٣	٧١, ٣
ط	٩,٧٩	٣٥٤٩,٣	٣٥٥٩,٠٩	٢,٧٨	٦٢٦,٩٣	٦٢٩,٧١	٤١٨٨,٨	١٩٩,٤٧
مج	٣٩٩,٢٣	١ ٦٣٦,٧١	١١ ٣٥,٩٤	١٢٨,٣٣	٣٧٦٥,٨٢	٣٨٩٤,١٥	١٤٩٣ , ٩	٧١٠,٩٦

من (الجدول السابق رقم ٦-١٧) نقف على الخصائص التالية:

١- نؤكد على أن مجموع ما استقبلته أحواض التجميع بلغ في المواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) حوالي (١٤٩٣٠,٠٩) مليون م٣، بمعدل موسمي قدر في حدود (٧١١) مليون م٣، كان نصيب مناطق التصريف الداخلي (٧٣,٩٪)، أي بمعدل رقمي موسمي بلغ (٥٢٥,٥٢) مليون م٣، ويعني هذا أن كل كيلو متر مربع من مناطق التصريف الداخلي ينالها ما حجمه (٠,٠٧٣) مليون م٣ في الموسم، وأن معدل ما تستقبله مناطق التصريف الخارجي يبلغ في حدود (١٨٥,٤٤) مليون م٣، وأن كل كيلو متر مربع يناله (٠,٠٧٦) مليون م٣، بيد أن هذه القيمة العامة أو تلك لا تمثل الحقيقة الرقمية إذا تم تطبيقها واقعا على كل منطقة من مناطق قطر، والفئات التالية تُعزِّز ذلك:

المنطقة	الشمال	الغويرية	الخور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان البطنة
م م٣/ كم٢	٠,٠٨٥	٠,٠٨٤	٠,٠٨٥	٠,٠٨٢	٠,٠٧٢	٠, ٧٢	٠,٠٧٢	٠,٠٦٥	٠,٠٦٦

م.م٣/ سم: تعني مليون متر مكعب/ كم٢.

ومنه يتبين وجود ثلاث فئات متباينات موقعا وتوزيعا هي:

(أ) فئة يزيد فيها معدل حجم التساقط/ الكلم٢ على (٠,٠٨٠) مليون م٣، وتضم إضافة إلى منطقتي الشمال والغويرية كلا من الخور وأم صلال، وهذه الحقيقة تدعم تركز حقول آبار المياه الجوفية في هاتيك المناطق من جانب، وتبشر بتغذية دائمة للخزان الجوفي من جانب آخر، وتحقق للمزارع المنتشرة بكثافة فيها مياها للري وافرة من جانب ثالث.

(ب) فئة يتراوح فيها حجم التساقط/ الكلم٢ بين (٠,٠٧ و٠,٠٨) مليون م٣، وتمثلها مناطق الجميلية والريان والدوحة (المنطقة الوسطى من قطر) وتضم كذلك بعضا من حقول آبار المياه الجوفية كالعطورية والشحانية، والعديد من المزارع ولكن بكثافة أقل.

(جـ) فئة يقل فيها حجم التساقط/ الكلم٢ عن (٠,٠٧) مليون م٣، وتغطي القسم الجنوبي من شبه جزيرة قطر، وتنحصر في منطقتي الوكرة وجريان البطنة.

٢- يمثل حجم التساقط على أحواض تصريف المسل المائية الداخلية ما نسبته (٧٥,٨٪) من مجموع ما تستقبله المسل المائية، ولكنه لا يسهم في حجم التساقط الكلي على أحواض التصريف والتجميع إلا بنسبة ضئيلة جدا لا تزيد

على (٢,٧٪)، في حين يشكل بمعيار التصريف الداخلي ما نسبته (٣,٦٪)، وقد يفوق ما تصرفه المسل المائية الخارجية بمقدار (٠,٩٪)، علما بأن حجم التصريف الخارجي عبر المسل المائية يمثل (٣,٣٪) من المجموع الكلي لحجم التصريف الخارجي، ورغم ما يبدو من ضآلة كمية المياه التي تضيفها المسل المائية إلى أحواض التجميع، إلا أنها في منطقة صحراوية كشبه جزيرة قطر ذات مغزى عظيم، إذ يكفي أن نشير إلى أن المعدل السنوي لكميات المياه التي تستقبلها أحواض تصريف المسل المائية تشكل (٣٢,٥٪) من المياه المستهلكة في عام ١٩٩٣، تسهم منطقة الغويرية لوحدها بحوالي (٩٪) من المياه المستهلكة، بحكم أنها أكثر المناطق تكرارا للمسل وتصريفا للمياه.

٣- لعل كميات الأمطار الساقطة على مناطق تصريف الانسياب الغطائي أوفر حظا من تلك التي تستقبلها أحواض المسل المائية، فكميات الأمطار في أحواض التجميع الداخلية تشكل في حدود (٧١,٢٪) من المجموع التقديري لحجم التساقط، فإذا استثنينا مناطق النصف الجنوبي ممثلة في الوكرة وجريان البطنة، والأجزاء الجنوبية من الجميلية، لتبين لنا أن النصف الشمالي من شبه الجزيرة يساهم في حدود (٧٩٣٦,٣١) مليون م٣، أي بنسبة (٥٥,١٪) من حجم الانسياب الغطائي للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)، وحوالي (٥٣,١٦٪) من كميات الأمطار الساقطة على أحواض التصريف، هذه الكمية كمعدل موسمي تبلغ رقميا (٣٧٧,٩٢) مليون م٣، وهي كمية تضاهي أكثر من (٥) أضعاف الكمية التي استهلكت في عام ١٩٩٢ والتي تبلغ (٧٢,٠٢٥) مليون م٣، (المجموعة الإحصائية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص٢٦٧)، فكيف يصبح الحال لو قورن المستهلك بالمعدل العام الذي يبلغ (٧١١) مليون م٣، لاتضحت الرؤية المستقبلية التفاؤلية لموارد المياه، وهو يعني كذلك أن الأمطار في قطر رغم تذبذبها وندرتها في بعض المواسم، إلا أنها تفيض بالخير في مواسم أخرى تعوض ما قد يستهلك من موارد المياه، ولا أقضي إذا كان الأمر كذلك أن نفرط في استهلاكها، أو أن نغالي في هدرها، بل لابد من التقنين حتى نأمن المواسم العجاف، ونبقي على منسوب المياه الجوفية متوازنا مع الاستهلاك ومرتفعا إلى حد الأمان والاطمئنان عن خط الصفر.

٤- نعني بالتصريف الخارجي: المناطق الهامشية المجاورة لخط الساحل، فهي إما أن تتسع على حساب مناطق التصريف الداخلي كما هو الحال في دخان وشبه جزيرة أبروق وفيشاخ على الساحل الغربي، أو في مناطق الخور وأم صلال والوكرة، وما يميز هذه المناطق أنها إما جبلية أو سبخية أو رملية، ولا يعني بحكم قربها من البحر، واتصالها مع مياهه التي قد تزيد من ملوحة المياه في هذه المناطق أن لا فائدة ترجى منها، وعلى العكس من ذلك، فقد تستغل مياهها في زراعة أنواع تتناسب وتضرسها وتتكيف وملوحة هذه المياه وفرشاتها الرملية؛ لأنه كما يتبين من حساب كمياتها أنها تشكل في مجموعها العام ما نسبته (٢٦,٠٨٪) من حجم التساقط على أحواض التجميع، وبعقد مقارنة بين مناطق التصريف الخارجي، نلاحظ أن أكبر معدل موسمي لهذا النوع من التصريف بلغ في منطقة الجميلية (٤٨,٢٩) مليون م٣، ويشكل نسبة تبلغ (٢٦,٠٤٪) من مجموع حجم التساقط على أحواض التصريف الخارجي، تليها منطقتا الجنوب القطري (الوكرة وجريان البطنة) بنسب تتراوح بين (١٧,٢٪، ١٦,٢٪)، ومنطقتا الشمال والشمال الشرقي القطري بنسب (١٣,٢٢٪، ١٥,٥٢٪) على التوالي، ويلوح لي أن منطقتي الدوحة والغويرية أقلهما تساقطا على أحواض التصريف الخارجي، حيث بلغت نسبة معدلاتهما الموسمية (٥,٢٥٪، ٣,٠١٪) فقط.

٥- حقيقة أخرى نؤكد عليها وهي خلو منطقة الريان بحكم موقعها الداخلي من أحواض التصريف الخارجي، فاقتصر التصريف بالتالي على أحواض التجميع الداخلي، وتساهم هذه المنطقة بنسبة (٧,٦٪) من مجموع المعدلات الموسمية للأمطار الساقطة، وبهذه النسبة تتقدم على كل من منطقتي الغويرية وأم صلال، إضافة إلى منطقة الدوحة التي لا تشارك إلا بنسبة (١,٥٥٪) فقط.

٣- تقدير كميات الفاقد من مياه الأمطار الساقطة على أحواض التصريف:

أ/ ٣ حساب الفاقد من مياه الأمطار عن طريق التبخر:

في شبه جزيرة قطر خمسة مواقع لقياس كميات التبخر تم توزيعها بما يتناسب وتمثيلها لمناطق أحواض تصريف وتجميع مياه الأمطار على النحو التالي:

* موقع رصد **روضة الفرس**: الشمال والغويرية والخور.

* موقع رصد **العطورية**: القسم الشمالي الغربي من منطقة الريان ومنطقة الجميلية بقسميها الشمالي والجنوبي.

* موقع رصد **الدوحة**: الدوحة والقسم الجنوبي الشرقي من الريان وأم صلال.

* موقع رصد مسيعيد: وتنفرد بتمثيله منطقة الوكرة.

* موقعا رصد **أبو سمرة والعطورية**: ويغطي معدلهما منطقة جريان البطنة. إلا أن هذه المواقع لم تفِ بالغرض؛ لأنها لا تمثل واقع كميات التبخر وقت سقوط الأمطار، لذا لجأنا إلى حصر عدد الأيام المطيرة لمواقع الرصد الممثلة لمناطق قطر، وتبين بعد إجراء العديد من العمليات الحسابية أن معدلات التبخر اليومية تبلغ في المواسم التي تسقط فيها الأمطار حوالي (٤,٢٧) ملم/ اليوم، ولكن هذا المعدل قد يؤدي إلى أخطاء Errors في النتائج، الأمر الذي اضطررنا معه للتعامل مع القيم الممثلة لكل منطقة حتى تتوافق مع عدد الأيام المطيرة، ولهذا نورد معدلات التبخر لكل منطقة منفردة على النحو التالي:

المنطقة	الشمال	الغويرية	الخور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان البطنة	المجموع	المعدل العام
معدل التبحر	٤,٧٨	٣,٣٠	٤,٥٤	٥,٣٣	٤,١٢	٤,١٤	٤,٣٦	٤,٥٨	٣,٣٠	٣٨,٤٥	٤,٢٧

كما أننا نرصد عدد الأيام المطيرة للفترة (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) كالتالي:

جدول رقم (٦-١٨)

عدد الأيام المطيرة للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) موزعة حسب مناطق قطر

المنطقة	الشمال	الغويرية	الخور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان البطنة	المجموع	المعدل العام
٧٢/٧١	٦	٤٣	٤٣	١٥	٦	١٥	١٥	٧	٢٤	١٧٤	١٩,٣٣
٧٣/٧٢	٣	١٥	١٥	٦	٤	٣	٦	٢	١٢	٦٦	٧,٣٣
٧٤/٧٣	٦	١٤	٤	٥	٦	١٣	١٦	٥	١٤	٨٣	٩,٢٢
٧٥/٧٤	٩	٣٢	٨	١٠	٩	١٩	١٥	٤	١٣	١١٩	١٣,٢٢
٧٦/٧٥	١٩	٣٢	١٨	١٧	١٩	٢٠	٢٥	١٣	٢٣	١٨٦	٢٠,٦٧
٧٧/٧٦	١٦	٢٣	١٠	٨	١٣	١٣	١٦	١٥	١٦	١٣١	١٤,٥٦
٧٨/٧٧	٦	٨	٨	٩	١٤	٩	١٠	٧	١١	٨١	٩,٠٠
٧٩/٧٨	٩	١٠	٦	٦	٧	٨	٧	٧	٨	٦٨	٧,٥٦
٨٠/٧٩	١٦	٢١	١٣	١٠	٢٢	١٦	٢٣	١٤	١٧	١٥٢	١٦,٨٩
٨١/٨٠	٩	٩	٧	٧	٧	٦	٨	٦	٧	٦٦	٧,٣٣
٨٢/٨١	١٩	١٨	٩	١٦	١٩	١٥	٢١	١٥	٢٠	١٥٢	١٦,٨٩
٨٣/٨٢	٢٦	٢٨	١٩	٢٤	٢٦	٢١	١٣	٢٠	٢٧	٢٠٤	٢٢,٦٧
٨٤/٨٣	٧	٧	٥	٤	٧	٦	٤	٤	٦	٥٠	٥,٥٦
٨٥/٨٤	١١	٩	٦	٤	١١	٦	٤	٣	٥	٥٩	٦,٥٦
٨٦/٨٥	١٨	٢٢	١٦	٩	١٧	١٦	١١	١٦	١٦	١٤١	١٥,٦٧
٨٧/٨٦	١٣	١٤	١٢	٩	٩	٩	٨	١١	١١	٩٦	١٠,٦٧
٨٨/٨٧	١٤	١٥	١١	١٤	١٦	١٥	١٣	١٣	١٥	١٢٦	١٤,٠٠
٨٩/٨٨	١١	١٣	١٠	٧	١٣	١٢	٦	٨	٩	٨٩	٩٠٨٩
٩٠/٨٩	١٨	١٨	١٧	١٨	١٨	١٩	١٤	١٧	٢٠	١٥٩	١٧,٦٧
٩١/٩	١١	١٢	١٤	١١	١٢	١٣	٦	١٠	٩	٩٨	١ ,٨٩
٩٢/٩١	٢٩	٣١	٣٢	٣١	٢٦	٢٤	١٢	١٩	٢٤	٢٢٨	٢٥,٣٣
المجموع	٢٧٦	٣٩٤	٢٨٤	٢٤٠	٢٨١	٢٧٨	٢٥٣	٢١٦	٣٠٧	٢٥٢٨	
المعدل العام	١٣,٢	١٨,٨	١٣,٥	١١,٤	١٣,٤	١٣,٢	١٢,١	١٠,٣	١٤,٦	١٢٠,٤	١٣,٣٨

واستنادا علـى التوزيع السابق تم حـساب كـميات الفـاقد من مـياه الأمطار الساقطة على أحواض التصريف عن طريق التبخر يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٦-١٩)

حساب كميات الفاقد عن طريق التبخر ومعدلاتها الموسمية والعامة (مليون م٣) للمواسم (٧١/ ٧٢ - ٩١/ ٩٢)

المناطق	التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			المجموع الكلي	المعدل الموسمي
	مسل	انسياب	المجموع	مسل	انسياب	المجموع		
ش	٤٧,٦٤	٧٧٧,٩٧	٨٢٥,٦١	٣٦,١٩	٣٤٢,٧٣	٣٧٨,٩٢	١٢٠٤,٥٣	٥٧,٣٦
غ	٩٨,٢٤	٤٨٩,٦٣	٥٨٧,٨٧	١٠,٠٤	٧٥,٨٧	٨٥,٩١	٦٧٣,٧٨	٣٢,٠٨
خ	٣٠,٧٩	٦٦٨,١١	٦٩٨,٩٠	٨,٧٦	٤٢٨,٢٩	٤٣٧,٠٥	١١٣٥,٩٥	٥٤,١٠
ص	٢١,٩٠	٣٣٢,٨٢	٣٥٤,٧٢	٥,٨٩	١٨٦,٣٢	١٩٢,٢١	٥٤٦,٩٣	٢٦,٠٤
ج	٦٣,٥٤	١٤٧٦,١٥	١٥٣٩,٦٩	٣١,١٠	٧٤٤,٨٨	٧٧٥,٩٨	٢٣١٥,٦٧	١١٠,٢٧
ر	٢٦,٣٩	٨٣٣,٥٣	٨٥٩,٩٢	-	-	-	٨٥٩,٩٢	٤٠,٩٥
د	٠,٧٧	١٠٢,٨٥	١٠٣,٦٢	٠,٤٩	٦٢,٩٢	٦٣,٤١	١٦٧,٠٣	٧,٩٦
و	١,٠٨	٥٩٩,٥٢	٦٠ ,٦٠	١,١٢	٤٨٦,٦٠	٤٨٧,٧٢	١٠٨٨,٣٢	٥١,٨٣
ط	٧,١١	٢٥٧٧,٠٧	٢٥٨٤,١٨	٢,٠٢	٤٥٥,٢١	٤٥٧,٢٣	٣٠٤١,٤١	١٤٤,٨٣
مج	٢٩٧,٤٦	٧٨٥٧,٦٥	٨١٥٥,١١	٩٥,٦١	٢٧٨٢,٨٢	٢٨٧٨,٤٣	١١٠٣٣,٥٤	٥٢٥,٤١
معدل عام	٣٣,٠٥	٨٧٣,٠٧	٩٠٦,١٢	٩٠٦,١٢	٣٠٩,٢٠	٣١٩,٨٢	١٢٢٥,٩٥	٥٨,٣٨

ملاحظة: هناك فروقات بسيطة في الأرقام نتيجة التقريب لأقرب خانة مئوية.

من (الجدول السابق رقم ٦-١٩) نستنتج الخصائص التالية:

١- مجموع ما فقدته أحواض التصريف الداخلي والخارجي من مسل مائية وانسياب غطائي عن طريق التبخر خلال المواسم المعتمدة (١١٠٣٣,٥٤) مليون م٣، بمعدل موسمي قدر بحوالي (٥٢٥,٤١) مليون م٣، ومعدل عام لقطر بلغ في حدود (٥٨,٣٨) مليون م٣، لا تساهم أحواض المسل المائية فيه إلا بحوالي (٣,٦٪) تقريبا، وأن مناطق تصريف وتجميع الأمطار الداخلية تفقد ما نسبته (٧٣,٩٪) من المجموع الكلي للفاقد عن طريق التبخر.

٢- تتفاوت المعدلات الموسمية للتبخر من منطقة إلى أخرى تفاوتها من موسم إلى آخ، فقد بلغ معدل التبخر الموسمي أقصاه في منطقة جريان البطنة حيث قدرت الكمية بحوالي (١٤٤,٨٣) مليون م٣، ساهمت مناطق التصريف الداخلية فيها بنسبة (٨٥٪)، جاءت منطقة الجميلة في المرتبة الثانية بنصيب (١١٠,٢٧) مليون م٣، كانت نسبة ما فقدته مناطق التصريف الداخلي فيها

حوالي (٦٦,٥٪)، نال أحواض المسل المائية الداخلية منها (٢,٧٪) تقريبا.

٣- إذا حاولنا تقسيم المواسم المعتمدة (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) إلى ثلاثة مواسم متساوية وعقدنا مقارنة بين معدلاتها من جهة، والمعدل العام للفاقد من التبخر من جهة ثانية لتبين لنا أن:

(أ) معدل المواسم ٧١/ ٧٢-٧٧/ ٧٨ يبلغ (٥٥,٢١) مليون م٣ وهو دون المعدل العام.

(ب) معدل المواسم ٧٨/ ٧٩-٨٤/ ٨٥ يبلغ (٥٣,٤٨) مليون م٣ وهو إضافة إلى أنه دون المعدل العام فإنه أفضل حالا من معدل المواسم الأولى.

(جـ) معدل المواسم ٨٥/ ٨٦-٩١/ ٩٢ يبلغ (٦١,٤٣) مليون م٣ وهو يفوق المعدل العام، هذه المواسم الثلاثة ترتبط بعدد الأيام المطيرة، ويبدو أن المواسم الأخيرة يتزايد فيها عدد هذه الأيام بغض النظر عن حجم التساقط، وبالتالي رجح فيها المعدل العام للفاقد عن طريق التبخر عما سواه، فلو أخذنا مثالا بسيطا وحسبنا عدد الأيام المطيرة التي تبلغ تكراراتها (١٥) يوما فأكثر، لتبين لنا التالي:

المواسم الأولى .	المواسم الثانية :	المواسم الثالثة
تكراراتها (٢٦) مرة،	تكراراتها (٢٢) مرة،	تكراراتها (٢٨) مرة

وهذا يؤكد على ما ذهبنا إليه بأن معدلات التبخر وفق المعطيات السابقة وعلى مدى المواسم المعتمدة بدأت تتراجع وكأنها تمثل منحنى يتقعر في الوسط ويتحدب عند طرفيه اللذين يتميزان بعدم التماثل.

٤- وعلى مستوى المواسم، نلاحظ أننا إزاء ثلاث فئات:

(أ) فئة يقل فيها المجموع العام للتبخر عن (٣٠٠) مليون م٣، وتشكل في حدود (٢٣,٨٪) من المواسم، ويبدو أن الحد الأدنى لهذه الفئة يبلغ في الموسم (٨٣/ ٨٤) حوالي (٢٣٠,٢٧) مليون م٣، والحد الأعلى لايتعدى في الموسم (٧٨/ ٧٩) القيمة (٢٩٥,٩١) مليون م٣، أي بمعدل موسمي يتراوح بين (٢٥,٥٩-٣٢,٨٨) مليون م٣.



(ب) فئة بلغ فيها مجموع الفاقد عن طريق التبخر بين(٣٠٠-٦٠٠)مليون م٣، وهي الفئة الأكثر حظا، إذ تمثل (٣٨,١٪) من المواسم، ويتفق حدها الأدنى في الموسم (٧٣/ ٧٤) مع القيمة (٣٤١,٥٧) مليون م٣، بينما يبلغ حدها الأعلى في الموسم (٨٧/ ٨٨) حوالي (٥٦٣,٦٨) مليون م٣، وهذا يعني أن المعدل الموسمي يحوم حول الحدين (٣٧,٩٥-٦٣,٦٢)مليون م٣ على التوالي، ومن الملاحظ أن قيم هذه الفئة لا تتمثل في المواسم (٧٨/ ٧٩ و ٨٥/ ٨٦)، مما يدل على أن عدد الأيام المطيرة بدأ يتراجع بشكل أثَّر على حجم التبخر، إذ بلغ معدل عدد الأيام المطيرة في المواسم السبعة الأولى من الفترة (١٣,٣٣) يوما، بينما بلغ هذا المعدل في السنوات السبع الثانية (١١,٩) يوما.

(جـ) فئة تزيد على (٦٠٠) مليون م٣ في مجموعها، وتمثلها نسبة مساوية للفئة الثانية (٣٨,١٪) من المواسم المعتمدة، فأدنى مجموع لهذه الفئة بلغ في الموسم (٨٥/ ٨٦) حوالي (٦٣٦,٨٥) مليون م٣، في حين بلغ أقصاه في الموسم (٩١/ ٩٢) في حدود (١٠٠٨,٠٦) مليون م٣، أي بمعدل يتراوح بين (٧٠,٧٦ و ١١٢,٠٧) مليون م٣، وتجدر الإشارة إلى أن قيم هذه الفئة تتوزع مناصفة بين المواسم السبعة الثانية والثالثة، مما يوحي ببداية تزايد عدد الأيام المطيرة فيهما وبالتالي تزايد معدلات التبخر، **من هنا نقول بأن مياه الأمطار عزيزة المنال، شحيحة المقدار، يجب علينا جميعا أن نحافظ عليها.**

٥- يبدو أن الفاقد عن طريق التبخر (المعدل الموسمي العام) ومقداره (٥٨,٣٨) مليون م٣ يشكل في حدود (٧٣,٩٪) من المعدل السنوي العام لكمية التساقط البالغ مقدارها (٧٩) مليون م٣، بينما يشكل الفاقد من التبخر على مستوى مناطق أحواض تصريف وتجميع مياه الأمطار الداخلية والخارجية ما نسبته (٧٣,٥٪، ٧٣,٩٪) من المعدل السنوي للتساقط على التوالي، ولكن الفواقد من مياه التصريف الداخلي والخارجي مقارنة بالمجموع السنوي لحجم التساقط تتراوح نسبتاهما بين (٥٤,٥٪، ١٩,٣٪) على التوالي، ولعل هذا يوحي بأن أحواض التصريف الداخلية أوفر أمطارا، وأكثر عددا في أيامها المطيرة من التصريف الخارجي.

٦- أما على مستوى المناطق فنلاحظ من الجدول السابق من خلال مقارنة المعدلات العامة للتبخر مع نظيراتها معدلات التساقط لكل منطقة وجود ثلاث فئات:

(أ) فئة تقل فيها نسبة الفاقد عن طريق التبخر عن (٧٣٪) من حجم التساقط، وتمثلها مناطق الخور والريان والدوحة وجريان البطنة، وبهذا تكاد تتركز في وسط الشرق، ومحوريا الشمال الشرقي (الخور)، والجنوب الغربي (جريان البطنة).

(ب) فئة تتراوح فيها نسبة الفاقد عن طريق التبخر بين (٧٣٪-٧٦٪) من كمية التساقط، وتمثلها مناطق الشمال والغويرية وأم صلال والوكرة، وبهذا تحتل أقصى الشمال والجنوب الشرقي لقطر.

(جـ) فئة تزيد فيها نسبة الفاقد عن طريق التبخر على (٧٦٪) مقارنة بكمية التساقط، وتنفرد بها منطقة الجميلية، من هنا نقرر أن الفاقد عن طريق التبخر يتزايد بتزايد عدد الأيام المطيرة التي اعتمدناها أساسا لاستخراج حجم التبخر.

ب/ ٣ حساب الفاقد من مياه الأمطار عن طريق تشبع التربة:

من الصعوبة بمكان تحديد معدلات تشبع التربة في قطر نظرا لوجود تباين في خصائص التربات القطرية من مكان إلى آخر من ناحية، وتبعا للتداخل الواضح والمتواتر بين مختلف هذه التربات على امتداد خريطة قطر من ناحية ثانية، وبحكم تدخل بعض العوامل وخاصة الجوية منها والتي قد تؤثر على درجة تشبع التربة في قطر، ومع ذلك اعتمدنا ما ذهب إليه إكلستون من أن الجريان السطحي لا يحدث إلا بعد أمطار تتراوح كميتها ما بين (٨ و ١٠) ملم، وهذه الكمية كفيلة بأن تعمل على زيادة رطوبة التربة ومن ثم تشبعها، وقد تزيد في مناطق التربات السائبة كمناطق انتشار الكثبان أو الفرشات الرملية، أو تلك التي تتميز تربتها أو الطبقات الصخرية السطحية فيها بدرجة عالية من التفكك، مما يسمح بفائض ينساب جريانا مسيليا أو غطائيا، أو يحجب مياه الأمطار عن الجريان أو الانسياب، ولحساب الفاقد من الأمطار عن طريق تشبع التربة نورد الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٢٠)
حساب كمية الفاقد من الأمطار عن طريق تشبع التربة (مليون م٣) للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)

المنطقة	التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			المجموع الكلي	المعدل العام
	مسل	انسياب	المجموع	مسل	انسياب	المجموع		
ش	٩,٣٠	١٥١,٩١	١٦١,٢١	٧,٠٧	٦٦,٩٢	٧٣,٩٩	٢٣٥,٢٠	١١,٢٠
غ	١٩,٥٠	٩٧,١٨	١١٦,٦٨	١,٩٩	١٥,٠٦	١٧,٠٥	١٣٣,٧٣	٦,٣٧
خ	٦,٦٦	١٤٤,٤٨	١٥١,١٤	١,٨٩	٩٢,٦٢	٩٤,٥١	٢٤٥,٦٥	١١,٧٠
ص	٤,٠٣	٦١,٢٦	٦٥,٢٩	١,٠٨	٣٤,٣١	٣٥,٣٩	١٠٠,٦٨	٤,٧٩
ج	١١,٥٣	٢٦٧,٨٤	٢٧٩,٣٧	٥,٦٤	١٣٤,٩٩	١٤٠,٦٣	٤٢٠,٠٠	٢٠,٠٠
ري	٥,٩٧	١٨٨,٥٥	١٩٤,٥٢	-	-	-	١٩٤,٥٢	٩,٢٦
دو	٠,١٧	٢٢,٠٥	٢٢,٢٢	٠,١٠	١٣,٤٩	١٣,٥٩	٣٥,٨١	١,٧١
وك	٠,٣١	١٧٢,٨٥	١٧٣,١٦	٠,٣٢	١٤ ,٢٩	١٤٠,٦١	٣١٣,٧٧	١٤,٩٤
ط	٢,٠٩	٧٥٩,٢١	٧٦١,٣٠	٠,٦	١٣٤,١٠	١٣٤,٧٠	٨٩٦,٠٠	٤٢,٤٧
مج	٥٩,٥٦	١٨٦٥,٣٣	١٩٢٤,٨٩	١٨,٦٩	٦٣١,٧٨	٦٥٠,٤٧	٢٥٧٥,٣٦	١٢٢,٦٤

نلاحظ من واقع (**الجدول السابق رقم ٦-٢٠**) ما يلي:

١- بلغ مجموع كمية الفاقد عن طريق التشبع (٢٥٧٥,٤) مليون م٣ خلال المواسم المعتمدة، بمعدل عام يبلغ (١٢٢,٦٤) مليون م٣، كان نصيب مناطق التصريف الداخلي منها ثلاثة أرباع الكمية تقريبا، أي (٧٤,٧٪).

٢- يبدو أن مناطق أحواض المسل المائية تفقد في تشبع ترباتها ما نسبته (٣٪)، تسهم في هذه النسبة كل من مناطق الشمال والغويرية والخور إضافة إلى الجميلية بحوالي (٢,٥٪) تقريبا، والنسبة الباقية موزعة بين المناطق الخمس الأخرى.

٣- تشير قيم الفواقد عن طريق التشبع في مناطق الانسياب الغطائي أن القسم الشمالي من شبه جزيرة قطر ممثلا بمناطق الشمال والغويرية والخور وأم صلال والجزء الشمالي من الجميلية والشمال الغربي من الريان يستهلك ما نسبته (٣٥,٣٪)، وهذا يعني أن للمساحة دورا رئيسا في تزايد الفاقد عن طريق التشبع، وهو جانب يخص التوزيع الأفقي، أما ما يرتبط بالتوزيع الرأسي فلابد لنا من إدراج عوامل أخرى تتمثل في سمك التربة السطحية، وانتشار المفاصل والشقوق، فالتربة السطحية في مناطق الانسياب الغطائي في القسم

الشمالي تتميز بضحولتها وبالتالي سرعان ما تتشبع، فإذا أضفنا إليها من خصائص البنية والتركيب الصخري ما يؤكد ما ذهبنا إليه لأدركنا بأن القسم الشمالي يسهم بتلك النسبة الموضحة سابقا والتي نعتبرها قليلة، ولذا يوفر بهذا الوضع قدرا أكبر من مياه الأمطار لتغذية الخزان الجوفي، خلافا لما نلاحظه في القسم الجنوبي، حيث التربة السطحية أكثر تعرضا للتفكك وبالتالي تبدو أكثر سماكة، كما تغلب عليها الرمال الهوائية، إضافة إلى كثافة أشجار الأكاسيا التي تعيش على الرطوبة المخزونة في التربة، مما يؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من مياه الأمطار قبل أن تصل إلى خزانات المياه الجوفية، وهناك عوامل أخرى لا مجال لذكرها هنا.

٤- تغذية الخزانات الجوفية من مياه الأمطار:

إن طبيعة الأمطار التي تسقط مدرارة وبشكل منهمر في كثير من الأوقات خلال فترة وجيزة على شبه جزيرة قطر يصبح من العسير على التربة القطرية أن تستوعب كل هذه الكميات، الأمر الذي يعرقل تسرب جزء منها إلى الخزانات الجوفية مما يتيح لها المجال لتنصرف على شكل جريان مسيلي أو غطائي، كي تنتهي أخيرا إلى المنخفضات، من هنا يتبين أن التغذية الجوفية تأتي عن طريق التغذية المباشرة، وغير المباشرة، وقد بنيت في حساباتها على أساس (١٢٪) من كمية الأمطار في النصف الشمالي، و (٦٪) في النصف الجنوبي، وبذلك اقتفينا أثر كل من (إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، ص١٤)، وتجدر الإشارة إلى أننا رغم تقسيم التغذية إلى قسمين، إلا أننا في حالة استخراج القيم فضلنا عدم الفصل بينهما؛ لأن المعالجة تتركز هنا على مناطق قطر، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-٢١)

تغذية الخزانات الجوفية (مليون م٣) للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)

المناطق	التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			المجموع الكلي	المعدل الموسمي
	مسل	انسياب	المجموع	مسل	انسياب	المجموع		
ش	١,٢٩	٢١,١٣	٢٢,٤٢	,٩٨	٩,٣١	١٠,٢٩	٣٢,٧١	١,٥٦
	٦,٤٨	١٠٥,٦٧	١١٢,١٥	٤,٩٢	٤٦,٥٥	٥١,٤٧	١٦٣,٦٢	٧,٧٩
مج	٧,٧٧	١٢٦,٨٠	١٥٤,٥٧	٥,٩٠	٥٥,٨٦	٦١,٧٦	١٩٦,٣٣	٩,٣٥
غ	٢,٦٨	١٣,٣٤	١٦,٠٢	٠,٢٧	٢,٠٧	٢,٣٤	١٨,٣٦	٠,٨٧
	١٣,٣٨	٦٦,٦٨	٨٠,٠٦	١,٣٧	١٠,٣٣	١١,٧٠	٩١,٧٦	٤,٣٧
مج	١٦,٠٦	٨٠, ٢	٩٦, ٨	١,٦٤	١٢,٤٠	١٤,٠٤	١١٠,١٢	٥,٢٤
خ	٠,٨٥	١٨,٤٧	١٩,٣٢	٠,٢٤	١١,٨٤	١٢,٠٨	٣١,٤	١,٥
	٤,٢٦	٩٢,٣٨	٩٦,٦٤	١,٢١	٥٩,٢٢	٦٠,٤٣	١٥٧,٠٧	٧,٤٨
مح	٥,١١	١١ ,٨٥	١١٥,٩٦	١,٤٥	٧١,٠٦	٧٢,٥١	١٨٨,٤٧	٨,٩٨
ص	٠,٥٩	٨,٩٥	٩,٥٤	٠,١٦	٥,٠١	٥,١٧	١٤,٧١	٠,٧٠
	٢,٩٥	٤٤,٧٧	٤٧,٧٢	٠,٧٩	٢٥,٠٨	٢٥,٨٧	٧٣,٥٩	٣,٥٠
مح	٣,٥٤	٥٣,٧٢	٥٧,٢٦	٠,٩٥	٣٠, ٩	٣١,٠٤	٨٨,٣٠	٤,٢٠
ج	٣,٦٣	٨٤,٣١	٨٧,٩٤	١,٧٨	٤٢,٥٩	٤٤,٣٧	١٣٢,٣١	٦,٣٠
	٤,٣٤	١٠٠,٨١	١٠٥,١٥	٢,١٢	٥٠,٨١	٥٢,٩٣	١٥٨,٠٨	٧,٥٣
مح	٧,٩٧	١٨٥,١٢	١٩٣,٠٩	٣,٩٠	٩٣,٤٠	٩٧,٣٠	٢٩ ,٣٩	١٣,٨٣
ري	١,٧٠	٥٣,٦١	٥٥,٣١	-	-	-	٥٥,٣١	٢,٦٣
	٠,٧٣	٢٣,٠٠	٢٣,٧٣	-	-	-	٢٣,٧٣	١,١٣
مح	٢,٤٣	٧٦,٦١	٧٩,٠٤	-	-	-	٧٩,٠٤	٣,٧٦
دو	٠,٠٧	٢,٢٩	٩,٣٦	٠,٠٤	٥,٦٨	٥,٧٢	١٥,٠٨	٠,٧٢
	,٠٦	٧,٧٦	٧,٨٢	٠,٠٤	٤,٧٥	٤,٧٩	١٢,٦١	٠,٦٠
مح	٠,١٣	١٧,٠٥	١٧,١٨	,٠٨	١٠,٤٣	١٠,٥١	٢٧,٦٩	١,٣٢
وك	٠,٠٨	٤٢,٩٤	٤٣,٠٢	٠,٠٨	٣٤,٨٦	٣٤,٩٤	٧٧,٩٦	٣,٧١
	٠,٠١	٦,٣٦	٦,٣٧	٠,٠١	٥,١٦	٥,١٧	١١,٥٤	٠,٥٥
مح	٠,٠٩	٤٩,٣٠	٤٩,٣٩	٠,٠٩	٤٠,٠٢	٤٠,١١	٨٩,٥٠	٤,٢٦
بط	٠,٤٥	١٦١,٩٠	١٦٢,٣٥	٠,١٣	٢٨,٦	٢٨,٧٣	١٩١,٠٨	٩,١
	٠,١٤	٥١,٠٧	٥١,٢١	٠,٠٤	٩,٠٢	٩. ٦	٦٠,٢٧	٢,٨٧
مح	٠,٥٩	٢١٢,٩٧	٢١٣,٥٦	٠,١٧	٣٧,٦٢	٣٧,٧٩	٢٥١,٣٥	١١,٩٧
مح١*	١١,٣٤	٤١٣,٩٤	٤٢٥,٢٨	٣,٦٨	١٣٩,٩٦	١٤٣,٦٤	٥٦٨,٩٢	٢٧, ٩
مح٢**	٣٢,٣٥	٤٩٨,٥٠	٥٣ ,٨٥	١ ,٥٠	٢١٠,٩٢	٢٢١,٤٢	٧٥٢,٢٧	٣٥,٨٢
كلي	٤٣,٦٩	٩١٢,٤٤	٩٥٦,١٣	١٤,١٨	٣٥٠,٨٨	٣٦٥,٠٦	١٣٢١,١٩	٦٢,٩١
معدل١	١,٢٦	٤٥,٩٩	٤٧,٢٥	٠,٤١	١٥,٥٥	١٥,٩٦	٦٣,٢١	٣, ١
معدل٢	٣,٥٩	٥٥,٣٩	٥٨,٩٨	١,١٧	٢٣,٤٤	٢٤,٦١	٨٣,٥٩	٣,٩٨
كلي	٤,٨٥	١٠١,٣٨	١ ٦,٢٣	١,٥٨	٣٨,٩٩	٤ ,٥٧	١٤٦,٨	٦,٩٩

(*) مج١ · يعني مجموع قيم الكميات الأولى من كل منطقة.

(**) مج٢. يعني مجموع قيم الكميات الثانية من كل منطقة



تتضح من (الجدول السابق رقم ٦-٢١) الخصائص التالية:

١- بلغ مجموع ما تسرب خلال المواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) عن طريق كلا التصريفين حوالي(١٣٢١,١٩)مليون م٣، بمعدل موسمي(٦٢,٩١)مليون م٣، أي حوالي (٨,٨٥٪) من كمية الأمطار، ويمثل (٣٤,٧٧٪) من مجموع المعدل العام للفواقد عن طريقي التبخر والتشبع.

٢- قدر ما تسرب من مياه الأمطار في مناطق التصريف الداخلي بحوالي (٧٢,٤٪) من حجم المياه المتسربة، يخص مناطق الانسياب الغطائي منها (٦٩,١٪)، والنسبة الباقية (٣,٣٪) ساهمت فيها مناطق المسل المائية.

٣- تشير نتائج البيانات إلى أن ما تسرب من مياه الأمطار في مناطق الانسياب الغطائي الداخلي يبلغ (٢,٥) ضعف ما تسرب في مناطق الانسياب الخارجي تقريبا، بينما تزيد قليلا على هذه القيمة بمعيار مناطق المسل المائية ذات التصريف الداخلي والخارجي، بحيث تبلغ (٣,١) ضعف على التوالي.

٤- من الملاحظ أن كمية المياه المتسربة في دائرة أحواض تجميع حقول آبار المياه الجوفية في القسم الشمالي تبلغ (٥٦١,٧٣) مليون م٣، أي بنسبة (٥٨,٧٥٪) من حجم المياه المتسربة في مناطق التصريف الداخلي، أي أن المعدل الموسمي للمياه المتسربة إلى طبقات حقول الآبار الواقعة إلى الشمال الغربي من الدوحة وفق البيانات المتوافرة بلغ في حدود (٢٦,٧٥) مليون م٣، هذه الكمية تمثل حوالي (٥,٠٧٪) فقط من معدل الأمطار الساقطة على مناطق التصريف الداخلي.

٥- يبلغ المعدل الموسمي للمياه المتسربة في المناطق الشمالية الأربع (الشمال، الغويرية، الخور، وأم صلال) نحوا من (٢٧,٧٧) مليون م٣، أي بنسبة (٢٦,١٤٪) من مجموع المعدل الموسمي للمياه المتسربة في مناطق التصريف الداخلي، وحوالي (٥,٣٪) من مجموع كمية التساقط عليها.

٦- من الواضح أن مجموع كمية المياه المتسربة ضمن مناطق التصريف الخارجي (مسل وانسيابات غطائية) تشكل (٣٨,٢٪) من حجم المياه المتسربة في مناطق



التصـريف الداخلي، وهي كميات قـد ينفد جزء منها إلى البـحر، لذا وجب توجيه العناية والاهتمام بالكميات المتبـقية والاستفادة منها بأساليب تعمل على مضاعفة المخزون الجوفي المستغل، وتخفيف العبء عن حقول الآبار المنهكة.

٧- يبدو أن حجم التغذية للخـزان الجوفي في النصف الشمالي بلغ خلال المواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) حوالي (٩٠٧,٣٢) مليـون م٣، بمعدل مـوسمي بلغ في حدود (٤٣,٢١) مليون م٣، أي بنسبة (١١,٤٤٪) من مـعدل حجم التساقط على النصف الشمالي والبالغ (٣٧٧,٩٢) مليـون م٣، بينما بلغت الكمية في النصف الجنوبي (٤١٣,٥٩) مليون م٣، بمعدل موسمي (١٩,٧) مليون م٣، وهي قيمة تضاهي (٥,٩٢٪) من المعدل السنوي لحـجم التساقط البالغ مقداره (٣٣٣,٠٤) مليون م٣، ومن الجـدير أن نُنَوِّه في هذا السيـاق إلى أن النقص في نسبة التغذية في النصف الشمالي، والنقص في مثيلتها في النصف الجنوبي ناتج عن إضافة القسم الجنوبي الشرقي لمنطقة الريان إلى النصف الشمالي رغم تعاملنا معه في استخراج نسبة التغذية بواقع (٦٪) من كمية التساقط.

٨- أما المعدل العام للتغذية الجوفـية (نعني بها على مستوى المناطق) خلال المواسم المعتمدة، فإنه يتفاوت من منطقة إلى أخرى لارتباطه بمعدلات المطر من جهة، وتأثره بمساحـة المنطقة من جهـة أخرى، مع الوضع في الاعتبـار عوامل ذات أهمية من بينهـا الظروف الجوية والخصائص الصخرية والتـربة، ولتوضيح أثر العوامل الأولى (مـعدل المطر والمساحة) قمنـا بحساب قيم العلاقـة بينها وبين المعدل العام للتغذية في كل منطقة فكانت النتائج كالتالي:

جدول رقم (٦-٢٢)

نتيجة العلاقة بين مساحة كل منطقة وحجم التغذية ومعدلاتها العامة

	المتوسط	الانحراف	معامل الارتباط	معادلة خط الانحدار
متغير المساحة (X)	١٠٨٢,٥٥١	٨٣,٣٨	+ ٧ ٨,	ص = ٥٩,٩٨ + ٨ , س
مجموع حجم التغذية (y)	١٤٦,٨			
متغير معدل المطر (X)	٧٩,٠	٣,٩٧	+ ٠,٨٦٨	ص = ٢,٠٤٢ + ٠,٠٦٣ س
معدل التغذية العام (y)	٦,٩٩			

(أ) يتبين من الجدول أن العلاقة في الحالتين علاقة طردية (موجبة)، ولكنها أقوى في الحالة الثانية بدليل أن معامل التحديد بينهما يبلغ (٧٥,٣٤٪)، بينما لا يزيد في الأولى على (١٢ , ٦٥٪)، وهذا يعني تزايد أثر العوامل الأخرى لدرجة بلغت نسبتها حوالي (٨٨, ٣٤٪)، في حين تبلغ في السابقة (٦٦ , ٢٤٪).

(ب) في حالة تطبيق المعادلة ومضاعفة معدل الأمطار الساقطة، فإن حجم التغذية يتزايد بقيمة ثابتة، بينما تتناسب النسبة المئوية لمعدل التغذية قياسا بمعدل الأمطار الساقطة تناسبا عكسيا.

٥- موازنة المياه السطحية:

نقصد بموازنة المياه السطحية الوقوف على كميات التساقط ومعرفة الفواقد (التبخر والتشبع) ومن ثم تحديد المكتسب (ما ينحدر جريانا، أو غطائيا، وما يتسرب نحو الباطن)، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-٢٣)

موازنة المياه السطحية (معدل موسمي عام مليون م٣)

للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)

المنطقة / البيان	ش	غ	خ	ص	ج	ري	دو	وك	جط	مج	المعدل
المطر	٧٧,٩١	٤٣,٦٩	٧٤,٧٨	٣٥,٠٣	١٤٤,١٠	٥٣,٩٧	١٠,٩٩	٧١,٠٣	١٩٩,٤٧	٧١ ,٩٧	٧٩,٠٠
فواقد	٦٨,٥٦	٣٨,٤٥	٦٥,٨٠	٣٠,٨٣	١٣٠,٢٧	٥٠,٢١	٩,٦٧	٦٦,٧٧	١٨٧,٥٠	٦٤٨,٠٦	٧٢,٠١
مباشرة	١,٥٦	٠,٨٧	١,٥٠	٠,٧٠	٦,٣٠	٢,٦٣	٠,٧٢	٣,٧١	٩,١٠	٢٧,٠٩	٣,٠١
غ.م.	٧,٧٩	٤,٣٧	٧,٤٨	٣,٥٠	٧,٥٣	١,١٣	٠,٦٠	٠,٥٥	٢,٨٧	٣٥,٨٢	٣,٩٨
ملك	٩,٣٥	٥,٢٤	٨,٩٨	٤,٢١	١٣,٨٣	٣,٧٧	١,٣١	٤,٢٧	١١,٩٧	٦٢,٩٢	٦,٩٩

ملاحظة: (١) نعني بالحروف ش، غ، خ، ص، إلخ .. مناطق قطر.

(٢) نعني بـ (غ.م) تغذية غير مباشرة، (ملك) المكتسب من مياه الأمطار.

ومن (الجدول السابق رقم ٦-٢٣) يتبين التالي:

١- المكتسب من مياه الأمطار في تغذية الخزان الجوفي (مباشرة وغير مباشرة) قياسا بمجموع معدل حجم التغذية يتفاوت من منطقة إلى أخرى، وهذا ما يدعونا إلى إجراء عملية تصنيف لمعرفة أيها أكثر تغذية، فلدينا أربع فئات:

(أ) فئة يزيد فيها المكتسب من المياه على (٢٠٪)، وتنفرد بها منطقة الجميلية، ولا نعزوه لقلة الفاقد، وإنما لتفردها بثنائية الخصائص، إذ تتميز قطاعات كبيرة من مساحتها بنفاذية ومسامية عالية (مفاصل وشقوق) مما يسمح بتسرب كم من مياه الأمطار، ويتسم بعضها الآخر بحزوم ونهود تسهم في تشكيل جريان سطحي يفضي في النهاية إلى مجموعة الوهاد المنتشرة ضمن حدودها.

(ب) فئة يتراوح فيها المكتسب من المياه بين (١٥٪ و ٢٠٪)، وتتمثل في الجزء الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة (جريان البطنة)، وقد ترتبط هذه الميزة من جانب بتزايد معدلات الأمطار (مثلث العامرية - الخرارة - ترينا)، وتسمح خصائص السطح (نسيج خشن) من جانب آخر بتسرب مياه الأمطار.

(جـ) فئة يتراوح فيها المكتسب ما بين (١٠٪-١٥٪)، وتضم منطقتا الشمال والخور، حيث تسهم كل منهما بنسبة تبلغ ما بين (١٤,٨٦٪، ١٤,٢٧٪).

(د) فئة يقل فيها المكتسب عن (١٠٪)، وتنحصر في مناطق الغويرية وأم صلال والريان والدوحة والوكرة، ولعلها بهذه الخصائص تظهر أثر عدد الأيام المطيرة في الفاقد من مياه الأمطار عن طريق التبخر وخاصة المنطقة الأولى، وما قد يترتب عليه من نقص في التغذية المباشرة، وغير المباشرة.

ثالثا: المياه الجوفية:

أحطنا معرفة في الفصل الثاني (جيولوجية قطر) بأن شبه جزيرة قطر تمثل في بُنيتها الجيولوجية قوسا صخريا طوليا (شمالي - جنوبي)، يتكون من صخور رسوبية متعاقبة، يغلب عليها الطابع الجيري المختلط بالدولومايت والطين تارة، وبالجبس والإنهيدرايت تارة أخرى، وبالطين الجيري والحصى تارة ثالثة، هذه

التكوينات تعرضت لضغوط تكتونية، كانت سببا في تشكيل أنواع متباينة من التراكيب والبنيات الجيولوجية ذات الصلة الوثيقة بأحواض تخزين المياه الجوفية، وربما تتضح هذه الصلة من خلال استعراض النقاط التالية:

١- العلاقة بين المياه الجوفية والتراكيب الجيولوجية:

أ/ ١ التركيب الجيولوجي وعلاقته بتغذية الخزان الجوفي:

يتوقف تسرب مياه الأمطار نحو الباطن على نوع الصخور، فإذا كانت المُفتتات الصخرية من النوع الخشن مثل التكوينات الحصوية والرمال المفككة، فإن مياه الأمطار سرعان ما تتسرب عقب سقوطها، فقد تبين لنا أن سطح قطر تغطيه رواسب وفرشات من الرمال، وتكوينات من الحصى والطباشير، تسمح خصائصها الصخرية بإنفاد المياه إلى الخزانات الجوفية، بينما نجد في التكوينات الدقيقة كالطين والسلت مقدرة فائقة على الاحتفاظ بالرطوبة بين حبيباتها، وهي خاصية ساعدت على انطباع نوع من الجريان السطحي، وزادت من فاعلية الاعتماد عليه في المناطق الحوضية (الروضات)، لذا تتميز رواسبها بأنها شديدة التماسك Consolidated وهذا ما يتمثل في الجزء الشمالي الغربي من شبه جزيرة قطر، حيث يمتد حزام من المسل المائية ابتداء من مسيكة في الشمال حتى العوينة في الجنوب.

ب/ ١ انتشار الشقوق والمفاصل في التركيب الجيولوجي:

إن دقة المفتتات ليست العامل الوحيد الذي يحكم عملية تسرب المياه، وإنما يتوقف إنفاد الصخور لمياه الأمطار على وفرة تراكيب بنيوية تتمثل في وجود الشقوق والمفاصل، وقد ثبت انتشار العديد من هذه الظاهرة في رواسب النيوجين السطحية، وخاصة في تكوينات الدمام التي يتشكل منها معظم سطح قطر (Cavelier, 1970, p. 27) مما قد يساعد على زيادة إنفاد الصخور الجيرية لمياه الأمطار، وما يؤكد عليه عدم وضوح وانطباع التصريف المائي السطحي في كثير من مناطق شبه جزيرة قطر.

جـ/ ١ المحتوى الصخري من المتبخرات:

يخلق هذا المحتوى أنواعا عديدة من التراكيب الانهيارية الناتجة عن حركة المياه الرأسية Upward Leakage of Water التي تتركز على طول سطوح التشقق



Fructure Planes وتعرف بظاهرة الإذابة الكارستية وتنطبع في الصخور الجيرية والدولومايتية مما يعزز إمكانية تسرب مياه الأمطار من ناحية، وتشكيل خزانات المياه الجوفية Aquifers من ناحية أخرى.

د/ ١ الشكل القبابي وعلاقته بعدسات المياه الجوفية:

شبه جزيرة قطر عبارة عن قوس قبابي عريض، بدأ يتشكل كعمود فقري لها إثر حركات تكتونية دفعت الطبقات الرسوبية الإيوسينية إلى أعلى، حيث اكتملت معالمه أواخر الميوسين، وقد صاحب هذا التشكيل تراكيب قبابية وظاهرات من الشقوق والفوالق، ساعدت على تسرب مياه الأمطار التي استطاعت بمعاونة ما تحتويه هذه التراكيب من مياه جوفية أن تذيب بعض الرواسب الجيرية والمتبخرات، فنتج عنها بعد أن أخذت سقوفها تتهدم وتنهال من شدة الضغط عليها الكهوف الجوفية التي غدت من أهم العدسات Cells الحاوية للمياه الجوفية.

هـ/ ١ التركيب الجيولوجي وعلاقته بحركة المياه الجوفية:

يبدو أن للتركيب الجيولوجي أثرا على حركة المياه الجوفية خلال الطبقات الخازنة لها، وتعتمد حركة المياه الجوفية على حجم الفراغات البينية التي توجد بين جزيئات الصخور، وعلى مدى التحامها، ودرجة ميل الطبقات، فمن جدول التعاقب الطبقي للصخور (انظر القطاعات الرأسية) يتبين أنه باستثناء بعض التشكيلات والطبقات المتداخلة Interbedded ذات الليثولوجية المارلية، فإن بقية الإرسابات وخاصة تلك التي تحتوي تكويناتها على الطفلة تعتبر ذات نفاذية عالية للمياه، وإذا أضفنا محصلة الحركات التكتونية، فمن الصعب أن نتصور العدسات المائية المختلفة وكأنها تشكل وحدات منفصلة عن بعضها بشكل قاطع، أضف إلى هذا: الميل العام للطبقات الصخرية في الرفرف والرصيف القاريين لشبه الجزيرة العربية باتجاه الشرق والشمال الشرقي، والذي يتراوح بين (١-٣) درجات (محمد شفيق الصفدي، ١٩٧٢، ص٢٧٩)، وهذا ما يتفق مع نتائج الدراسات الجيولوجية التي أجرتها شركة أموجيل للحفر في عام ١٩٦٣، فأفادت بأن الجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر يحصل على جزء ليس بالقليل من مياهه الجوفية من الجانب الغربي للمسطح العربي، وخاصة من هضبة نجد التي تعتبر مصدر المياه

الجوفية لشرق شبه الجزيرة العربية، إذ تنساب المياه في رحلتها حوالي (٣٠٠) ميل عبر الصخور الباطنية كما ذكر Ebert في عام ١٩٦٥ فتصل إليها عبر طبقات الميوسين الأدنى، لذا تشكل هذه المنطقة خزانا من المياه الجوفية الارتوازية تحتفظ بها تكوينات الدام في طبقات الثنيات المقعرة (مقعر سلوى)، حيث تحده من الشرق طية دخان المحدبة التي تشكل حائطا جيولوجيا يعمل على تجميع المياه في هذا الحوض الارتوازي.

٢- المياه الجوفية وأنظمة الطبقات الخازنة لها:

نخلص إلى القول بأن الصخور الكربونية والمتبخرات تتميز بالمسامية Porosity، هذه المسامية تشكلت عن طريق الفراغات والفجوات Voids التي تفصل بين الحبيبات المترسبة كيميائيا، ثم تعاظمت المسامية وازدادت نفاذية الصخور إثر تعرضها لعملية التصخر Diagensis، وانتقال المياه في حركة دائبة بين الحبيبات أثناء عملية الاندماج من ناحية، أو بسبب القوى الضاغطة الهيدروليكية من ناحية ثانية، ولذا نلاحظ أن آفاق الطبقات الحاملة للمياه الجوفية قد نشأت في السحنات الكربونية والكبريتية إثر استجابة تكويناتها لعاملي التحلل وإعادة الترسيب Redeposition، فالتغيرات التي أصابت الصخور الكبريتية من جراء عمليات التحلل الكيميائي (الإذابة الكارستية Karistification)، هذه العملية تتخير مواطن الضعف الجيولوجي كالمفاصل Joints والشقوق Fractures وسطوح الانفصال الطباقية Bedding Planes، فتتسع الفراغات، وقد ينتج مع استمرار عمليات التحلل والإذابة ظاهرة الكهوف والمغارات الانهيارية، الأمر الذي يزيد من نفاذية الصخور، وبالتالي يساعد على تجميع المياه وانتقالها بين الآفاق المختلفة، ومن ثم تغير مستوياتها.

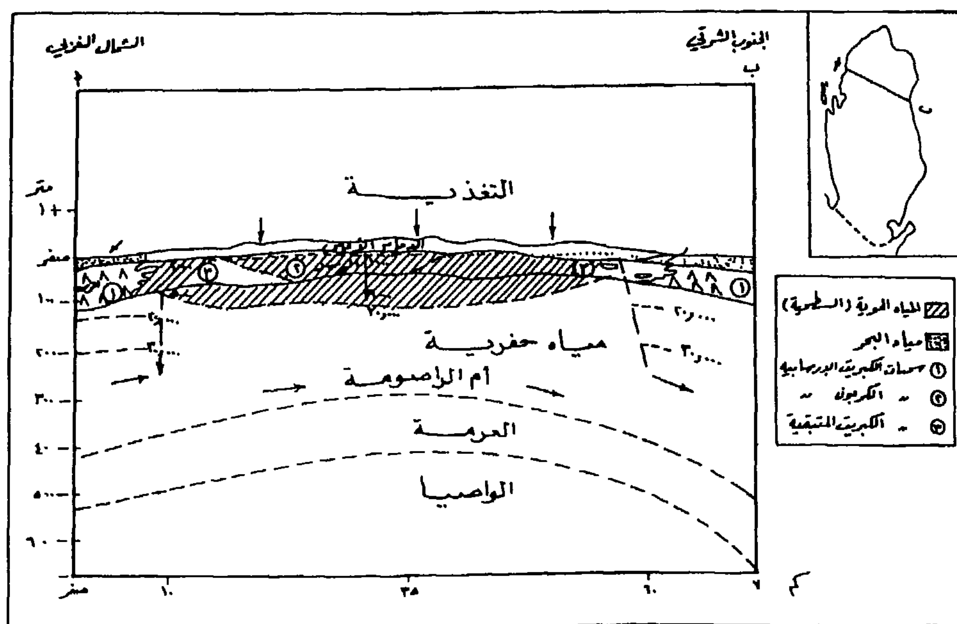
ومثالنا على ذلك ما حدث لسحنات سمسمة الدولومايتية، إذ يتكون عضو سمسمة في الأصل من الحجر الجيري الطباشيري، وما إن تعرض لإعادة توزيع Redistribution، وعمليات تركز لكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم بفعل التجوية، وعمليات تفريغ جوفية بسبب التحلل، غدا يتميز بمعدلات تسرب عالية، وأضحى مستودعا لمخزون أكبر كمية من المياه، بحكم احتفاظ الطبقات



الدنيا من هذا التكوين والتي يمثلها الحجر الجيري الطباشيري بحالتها الأصلية (Eccleston, 1981, p. 10-9)، وفيما يلي دراسة لأهم المجموعات (الطبقات) الخازنة للمياه الجوفية من الأحدث نزولا بتجاه الأقدم:

أ/ ٢ تكوينات النيوجين: (فيما بعد الميوسين)

هذه التكوينات محدودة الانتشار في قطر، وهي عبارة عن صخور عزيلة Outliers تقع في الجنوب الغربي، وتعتبر طبوغرافيا أكثر المناطق القطرية ارتفاعا (راجع فصل الطبوغرافيا)، وهذا يعني أنها أكثر التكوينات مقاومة لعمليات النحت والتجوية، تختلف عنها في التكوين منطقة أبو سمرة التي توجد فيها طبقات رقيقة من الحجر الجيري، والصلصال والحجر الطيني والجبس، ولكنها تتفق معها في كونهما يشكلان طبقات كتيمة Aquiclude لمستودع المياه الجوفية الذي تحتضنه تكوينات العلات (عضو أبروق) التي تقع أسفل منها (شكل رقم ٦-١٣).



شكل رقم (٦-١٣)

قطاع عرضي هيدروجيولوجي لشبه جزيرة قطر

ب/ ٢ طبقات الدمام الأعلى:

ويمثلها في شبه جزيرة قطر الحجر الجيري الدولومايتي (عضو أبروق) الذي ينتشر على جوانب Flanks حدبة دخان، ويبلغ سمك هذا التكوين (٢) م، ويبدو أنه على نحو مغاير عن تكوينات الجنوب الغربي، فهو في منطقة أبو سمرة ذو أهمية هيدروجيولوجية، إذ يتألف من أكثر من (١٢) م من الحجر الجيري الدولومايتي سهل التفتت Friable، ويتميز بنفاذية عالية، لذا يعتبر هذا المستودع ممرا Conduit لمخزون المياه الجوفية المتواجد في التكوينات الأقدم منها والأحدث، وهو مستودع سطحي يعتقد بأنه يحتوي على كمية من المياه الجوفية يخيل إليَّ أنها مطمئنة تبلغ (٢) مليون م٣/ السنة، ومع ذلك فإن استغلالها ما زال يمارس على نطاق ضيق لكون نوعيتها رديئة (**شكل رقم ٦-١٤**)، أما عضو مارل أبروق الذي يشكل الطبقات الدنيا (الأقدم) فيتكون من الصلصال والطين الجيري (السِّجِّيل)، ويزيد سمكه على (١٠) أمتار (**اكلستون، ١٩٨١، ص١٠/ ١٠**)، ويناظر المارل البرتقالي في البحرين أو العلات في السعودية، ويعمل كطبقة كتيمة لمستودع المياه الجوفية في الجزء الجنوبي الغربي من شبه جزيرة قطر.

يعتبر دولومايت وحجر جير سمسمة (المناظر لتكوينات الخبر في السعودية والبحرين) من أكثر الصخور انتشارا في شبه جزيرة قطر، إذ يغطي ما نسبته (٨٠٪) من سطح قطر، ويسمك يتراوح ما بين (١٠-٣٠) م، ويمثل عضو سمسمة أنموذجا لعملية الدلمتة Dolomitisation (وهي عملية التصخر أو الاندماج) حيث حل الدلومايت محل جزء من الصخور الأصلية التي تتكون من الحجر الجيري والطباشير، فاكتسب بالتالي خصائص جديدة أفقدته ما كان يتميز به من صلابة ومقاومة لعمليات النحت والتعرية، وغدا يمثل أهم الطبقات الخازنة للمياه الجوفية في منطقة الخور، وما تركز المزارع التي تبلغ نسبتها أكثر من (٢٠٪) إلا دليلا قاطعا على أهمية هذه المنطقة الهيدروجيولوجية، وتجدر الإشارة إلى أن بعضا من التكوينات الصخرية لم يعتريها التدلمت، بل احتفظت بأصولها من الحجر الجيري الطباشيري، ورغم ذلك فإنها تحتوي على تجاويف صغيرة Vuggies قد تختزن بعضا من المياه، إلا أن منسوب المياه الجوفية Phreatic Water ما زال قابعا أسفل منطقة التماس الفاصلة بين تكوينات الدمام وتكوينات الرس.



جـ/ ٢ طبقات الدمام الأدنى: Lower Dammam Aquitards

ونميز من بين تكويناتها الأساسية، شرائح من الطين الصفحي Shales المنتمي لطبقة ميدرا، والصلصال والطين الجيري، وطبقـات رقيقة جدا لايعدو سمكها مترا واحدا من الحـجر الجيـري تغلف قاعـدة وقمة هذا التـتابع (**شكل رقم ٦-١٤**)، ونادرا ما يزيد سـمك تتابع طبـقات الدمام الأسـفل على (١٢) م، ورغم ذلك ما فتئت تمثل إحدى الطبـقات الهيدروجيولوجيـة الهامة التي لم يتم بعد إدراك دورها وفهمه Profound وخاصة أنه ليس ثمة وجود لتكويناتها في الجزء الشمالي من شبه جزيرة قطر إلى الشمال من خط عرض أبو ثيلة، وتفـسير ذلك يكمن كما أوضحنا في الفصل الجيولـوجي في فرضيتين: **الأولى**: تتمثل في غـياب تكوينات الدمام الأسفل لنهوض حـدث للجزء الشمالي من قطر، أو لانخـفاض طرأ على منسوب البحر القديم، **والثانية**: تتمثل في إزالة هذه التكوينات (إذا أرسبت) مـن مواقعها في الجزء الشمـالي من قطر بواسطة عمليات النحت والتعـرية التي ربما سادت في تلك الحقـبة قـبل مزاولة البـحار القديمة نـشاطها الإرسـابي مرة أخـرى وحدوث تكوينات الدمام الأعلى.

د/ ٢ طبقات الرس - أم الراضومة:

تتألف تكوينات الرس من سـحنتين متمـيزتين (**شكل رقم ٦-١٣**)، السحنة الكبريتية: Sulfate Faces وقوامـها الطين الجيري الانهـيدرايتي السميك، والحـجر الجيري بطبـقاته الرقيقـة، وتنتشر هذه السحنة بطبـقاتها الكتيمـة في مناطق البنيات السالبة، **والسحنة الكربونية**: Carbonate Faces، وهي عبارة عن طبقات رقيقة من الحجر الجيري الدولومايتي الطباشيري، وقد طرأت عليها بعض التطورات والتغيرات Altered، وتسود المنـاطق ذات البنيات الموجبـة (المحدبة)، وسـمك تكوينات هاتين السحنتين يتراوح - كما أشرنا في فصل الجيولوجيا - بين (٢٠ و١١٠) م، وقد تبين لنا من قبل أن طبـقات الدمام الأدنى ربما أزيلت من مـواقعها الحـدودية الفاصلة بين السحنتين الكربـونية في الشمـال والكبريتيـة في الجنوب، أو أنها لم تترسب أَلْبَتَّة، ولهذا مغزاه الهيدروجيولوجي، فغيـابها أدى من ناحية إلى اتصال هيدروليكي مباشر بين الطبقات المتبـقية من الحجر الجيري التابع للرس وتكوينات أم الـراضومة الواقعة



شكل رقم (٦-١٤)

عن: جرجش وليوسف ١٩٨٥ ص ٢٨

قطاع عرضي هيدرولوجي لجنوب غرب شبه جزيرة قطر

مباشرة أسفل منها، وعملت المياه نتيجة الاتصال من ناحية ثانية على إذابة الانهيدرايت وإزالته من النصف الشمالي، في حين اعترضت Impeded تكوينات الدمام الأدنى المتواجدة إلى الجنوب من خط عرض أبوثيلة سبيل تحرك وانتشار Circulation المياه الجوفية، وبالتالي حدّت من عملية إذابة وإزالة تكوينات الانهيدرايت التابعة للرس في المنطقة الواقعة إلى الجنوب.

أوضحنا أن دولوميت وحجر جير أم الراضومة على اتصال هيدروليكي مع تكوينات الرس الكربونية التي تعلوها في الجزء الشمالي من قطر، وأن (٨٠) مترا من تكوينات أم إلراضومة تحتوي على مخزون من المياه الجوفية يبدو أن طاقتها الإنتاجية عالية (اكلستون، ١٩٨١، ص١٠/ ١١)، أما في الجزء الجنوبي من قطر، فإن المياه الجوفية التي تحتويها طبقات الرس لا تتحرك إلا ببطء شديد Aquitard، فأضحت مياه تكوينات أم الراضومة حبيسة Confined، ومن خلال تقرير أعده برنامج التنمية الزراعية وتطوير مصادر المياه الجوفية التابع للأمم المتحدة عام ١٩٨١ أن الـ (١٠٠) م العليا فقط من تكوينات أم الراضومة قد تمت دراستها من خلال حفرتين تجريبيتين، وتبين أن الطبقات العليا التي يتراوح سمكها بين (١٠-٢٠) م من هذه التكوينات عانت في بعض المناطق - كما هو الحال في السعودية - رغم تكهفها Karistified من عملية الامتلاء المتواصل Infilling بالصلصال، وبالتالي فقدت خصائصها الهيدروجيولوجية، الأمر الذي يجيز لنا التنبؤ والقول بإمكانية الحصول على كميات ذات شأن من الطبقة الصخرية التالية لها نحو الباطن إذا توفرت ظروف دراستها باقتدار مادي وعلمي.

هـ/ ٢ طبقات العرمة - الواصيا:

قامت شركة أموجيل في عام ١٩٦٣ بحفر آبار اختبارية بحثا عن المياه، منها ما تم حفره على عمق (٤٩٥) مترا في الجزء الجنوبي من قطر، فاخترق كلا من تكوينات الدمام والرس و ٣٠٠ مترا من تكوينات أم الراضومة، وآخر حُفِرَ في منطقة سودانثيل على عمق (١١٨٠) مترا، وشمل قطاعه الطباقي الرأسي تكوينات الرباعي والرس وأم الراضومة والعرمة والواصيا، ومنها نستخلص أن خصائص المياه الجوفية تتفاوت بين الطبقات الصخرية القديمة وتلك الأحدث منها عمرا،

تفاوتها بين الشمـال والجنوب، فالمياه في الشمال القطري - كمـا أفادت التقارير - توجـد في طبقـات الواصيـا التي تتكون من الرمل الصـخـري العائد للكريتـاسي الأوسط، حيث تتميز هذه الطبقات بانتظام خواصهـا الليثولوجية، وارتفاع مسامية صخورها، وأن المياه الجوفـية التي تحتضنها ترتفع فيها نسـبة الملوحة، مع أن نتائج الدراسة لقطاع جيولوجي في حفرة اخـتبارية تقع على عمق (٥٠٠) م إلى الشرق من مدينة الرويس (أقصى شمـال قطر) تمخضت عن افتراضين: **الأول**: أن القطاع الطباقي يتكون من رواسب تنتمي لتكوينات الرس وأم الراضومة والعرمة، وأفضى **الثاني**: إلى عدم وجود اتصال هيـدروليكي بين المياه الجوفية وميـاه البحر التي تقع في نفس المستوى، وهو أمر بالغ الأهمية، فإذا صحت الفـرضية فسيكون لاستثمار مياه هذه الطبقات أثر كبير في تدعيم وتطور مشروعات التنمية الزراعية، وحتى في الاستثمارات المائية القائمة وتوازنها.

وهنا يطرح سؤال نفسه: ما سر ملوحـة الميـاه في طبقات الحفرة الاختبارية؟

والإجابة: أن فرضية عدم الاتصال الهيدروليكي قد يجانبها الصواب إذا عرفنا أن ألسنة Tongues من مياه البحـر كما أفاد بذلك (**إكلستون، ١٩٨١، ص٨/ ٤٩**) من خلال خريطة الـتغير في ملوحة الميـاه الجوفية للفـترة (١٩٧٢-١٩٨٠)، تتوغل نحو اليابس القطري، وخاصة المناطق الشمالـية القصوى من قطر، فتعمل على تزايد مجموع المواد الصلبة المذابة TDS وبالتالي تدهور نوعيتها.

٣- مصادر المياه الجوفية:

وعلى أساس العلاقات الـسابقة يمكن أن نميز من وجهة النظر الهـيدرولوجية بين نظامين رئيسيين وأنظمة أخرى ثانوية للمياه الجوفية:

أ/ ٣ نظام النصف الشمالي: (نطاق المياه الجوفية الضحلة Shallow Zone)

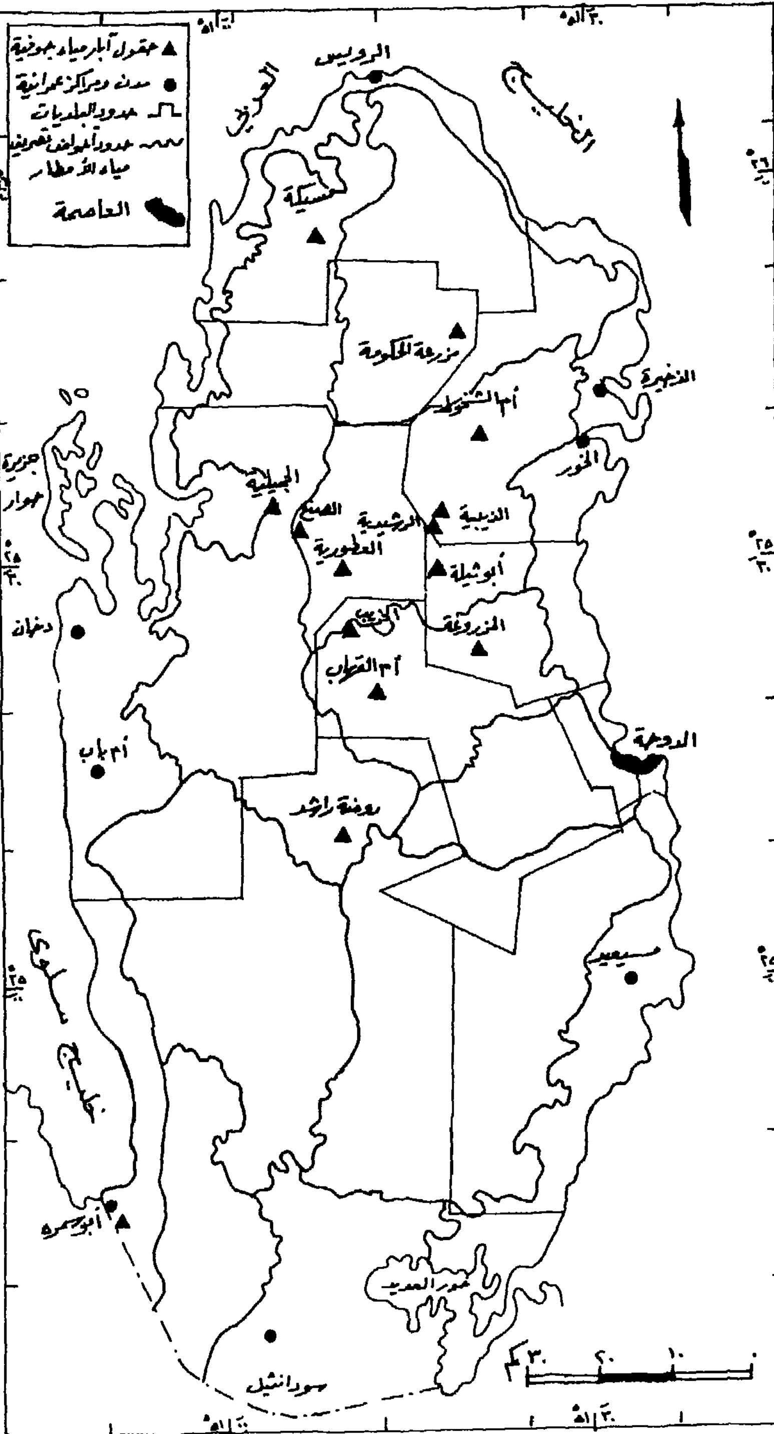
يتـمثل هذا النظام في النصـف الشمـالي من شبـه جزيرة قطر، ويمتـد إلى الشمال من طريق «الدوحة - دخان»، وطبقاته الـصخرية النفاذة، لها جسم يسمح بتكون عـدسات من المياه الـعذبة Lens يبلغ سـمكها في منطقـة الآبار كمـا أشار (**إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص١٠/ ٤**) بين (٧٥ و ١٠٠)م، يتناقص هذا السمك



بالاتجاه نحو الشمال أو ربما باتجاه الشرق والغرب (أي نحو الساحل)، وتطفو عدسات المياه هذه - ما دام هناك اتصال هيدروليكي - فوق مياه متوسطة الملوحة، ونعني بهذا أن المياه الجوفية العذبة تحتويها طبقات الرس والدمام (عضو سمسمة)، بينما تضم ترسبات أم الراضومة ماء أجاجا، أو أن الملوحة ترجع إلى تدهور المياه Deterioration، بمعنى انتقال المياه الجوفية في حركتها باتجاه الساحل يؤدي إلى انخفاض مستوى سطحها وبالتالي تحل محلها أو تختلط معها مياه مالحة، وقد أشارت شركة بارسون بأن هذا السمك من المياه الجوفية يقع تحت مستوى سطح البحر، فلابد - إضافة إلى السطح البيني المالح - أن يحدث ضبط توازني بين الوسطين العذب والمالح.

وتظهر أهم تجمعات حقول المياه في قطاع تنكشف فيه تكوينات الرس فوق السطح (**شكل رقم ٦-١٥**)، وتمتد من مطالعها Outcrops قبالة الذخيرة من ناحية الغرب حتى الشحانية، وتشمل آبار أم الشخوط والرشيدية والذيبية والمزروعة وأبوثيلة والخريب وأم القهاب و العطورية، علاوة على حقل آبار للمياه الجوفية يقع في منطقة مسيكة إلى الشرق من الزبارة، كما تؤكد شركة بارسون على وجود ينابيع في **فشت الديبل** تعتبر مصدرا للمياه العذبة وتقع في منطقة الحيد البحري قليلا إلى الشمال الغربي من الزبارة، إذ اتضح من خلال حفرة بهدف الفحص البنيوي أن ينبوعا انبجست منه المياه من تكوينات الدمام قُدِّر تصريفه في حدود (٦, ٠ لترا/ الثانية).

هذا النظام يعتبر الأهم من نواح ثلاث: **الأولى**: اشتماله على أكثر المناطق القطرية مطرا، وأقلها تبخرا، **والثانية**: امتداده في المنطقة المأهولة بالسكان، **والثالثة**: التركز الواضح لغالبية المزارع القطرية في روضاته وتزايد الكثافة العددية لآباره، ويعتمد هذا النظام على تغذية مباشرة وغير مباشرة من مياه الأمطار قدر معدلها للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) بحوالي (٠٩, ٢٧) مليون م٣/ الموسم، أي بنسبة (٣, ٣٤٪) من المعدل الموسمي للأمطار، بينما بلغت التغذية غير المباشرة في حدود (٣٥,٨٢) مليون م٣/ السنة، أي بنسبة (٣, ٤٥٪) من معدل المجموع السنوي العام للأمطار في قطر، وما دام حجم التغذية للخزانات الجوفية يرتبط



شكل رقم (٦ – ١٥)

خريطة توزيع حقول آبار المياه الجوفية وأحواض التصريف في شبه جزيرة قطر

بكمية الأمطار ارتباطا وثيقا، فإن العلاقة تغدو بالتالي قوية بين المواسم التي تجود بأمطار غزيرة، وكميات التغذية المباشرة أو غير المباشرة، ففي الموسم (٧٥/ ٧٦) بلغ حجم الأمطار في منطقة الشمال - مثلا - (١٩٠,٥٤٩,٩٦٩) مليون م٣، تبخر منها على مدى (١٩) يوما من الأمطار حوالي (٨٢,٩٣) مليون م٣، أي بنسبة (٤٣,٥٪)، وتسرب منها بالطريقتين (على أساس ١٢٪) ما مقداره (١٢,٩١٤,١٩٦) مليون م٣، بغض النظر عما استنفذ في تشبع التربة، وهو يفوق مقارنة بما تم استخدامه للأغراض الزراعية بحوالي (١,٣) مرة، وهو مؤشر على أن الأمطار رغم عشوائيتها قد تفي بحاجتنا إذا كان الاستخدام بقدر.

ب/ ٣ نظام النصف الجنوبي:

يشغل هذا النظام أجزاء من النصف الجنوبي من شبه جزيرة قطر، ويعتمد فيه على التغذية غير المباشرة من مصادر تبعد مئات الكيلومترات إلى الغرب منه، إذ ثبت أن المياه الجوفية تتحرك من حوض التجميع في المملكة العربية السعودية عبر الصخور الرسوبية استجابة لميل الطبقات باتجاه الشرق، ودعما لوفرة الفراغات البينية للرواسب، وبعد رحلتها هذه تتجمع على شكل حوض ارتوازي في الجزء الجنوبي الغربي من شبه جزيرة قطر تبعا لوجود تركيبين جيولوجيين، **أحدهما**: - كما أشرنا سابقا - موجب، ويتمثل في حدبة دخان بفروعها وامتداداتها، **والآخر**: سالب ويمثله مقعرا سلوى وزكريت، لذا يقع سطح المياه الجوفية لهذا النظام تحت ضغط هيدروليكي، وبالتالي فإن سطح المياه في هذه الطبقات يرتفع عاليا ليوازي منسوب المياه في منطقة التغذية.

٤- استخدامات المياه الطبيعية والمقطرة للأغراض المنزلية:

تستخرج المياه الجوفية العذبة في قطر من اثني عشر حقلا، يتركز معظمها في الجزء الشمالي الغربي من الدوحة على بعد يتراوح بين (٣٠ و ٦٠) كم، (خريطة رقم ٦-١٥) نستثني من ذلك حقلين: حقل روضة راشد الذي يقع في قلب شبه الجزيرة وعلى بعد (٤٥) كم غرب غرب جنوب الدوحة، وحقل مسيكة الذي يقع في أقصى الطرف الشمالي الغربي إلى الشرق من الزبارة، ويلاحظ أن معظم حقول الآبار في قطر ترتبط بالدوحة العاصمة بحكم تركز السكان فيها،

وبالمدن الصناعية والبترولية بأنابيب للمياه العذبة، فحقل الجميلية والصنع يزود بالمياه منطقتي دخان ومسيعيد، وحقل روضة راشد يوفر المياه اللازمة إضافة إلى مدينة الدوحة لمنطقة أم باب، وحقل مسيكة يمد بالمياه محطة الراديو في العريش، أما حقل أم الشخوط فتعتمد على مياهه منطقة الخور بواسطة الصهاريج التي تنقل المياه إلى المنازل والبيوت.

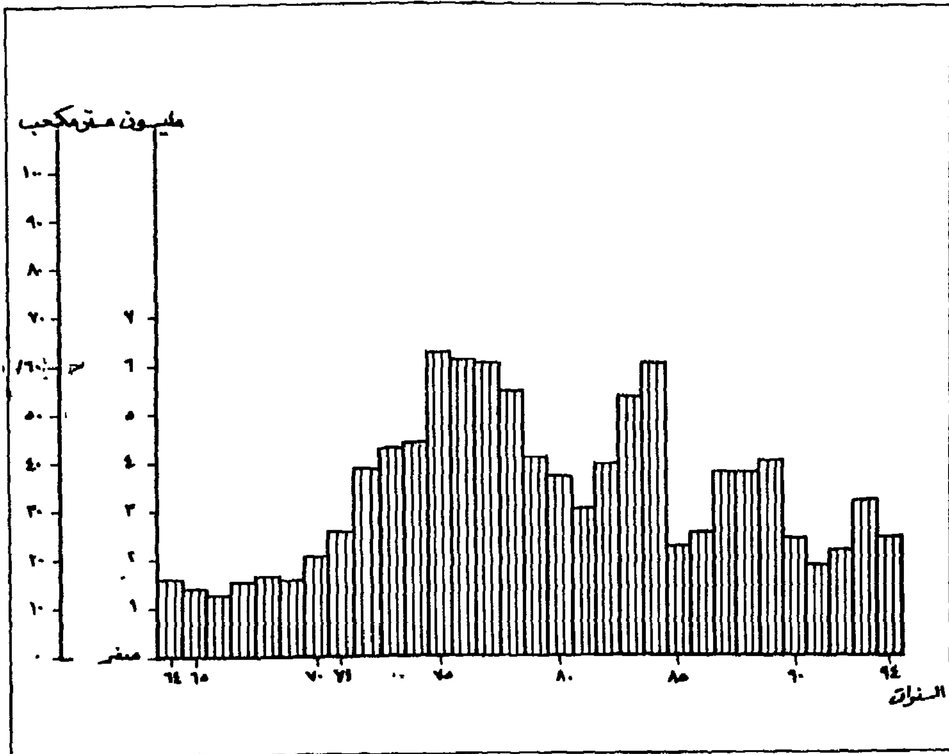
وقديما كانت المياه الجوفية في قطر تستخرج من آبار ضحلة، ومن عيون تقع قريبة من الساحل، ومن بعض الدحول المنتشرة في شبه الجزيرة كإحدى ظاهرات الإذابة الكارستية التي تتميز بها تكوينات الرس، وقد تزامن - كما أشرنا سابقا - استخراج المياه الجوفية بوسائل حديثة مع عمليات التنقيب وإنتاج البترول.

وسنعالج هنا استخدامات المياه للأغراض المنزلية سواء أكانت مياها طبيعية (جوفية) أم مياها مقطرة (تحلية مياه البحر) كالتالي:

أ/ ٤ المياه الجوفية من حقول الآبار (الطبيعية):

كانت موارد المياه المستخدمة للأغراض المدنية قبل عام ١٩٦٠ تعتمد على المياه الجوفية التي يتم ضخها من حقول آبار المياه، فالمراكز السكنية الصغيرة كانت تعتمد على مياه الآبار المحلية الصغيرة، بينما كان سكان مدينة الدوحة يعتمدون على مياه حقول الآبار الواقعة في وسط شرق قطر. ومنذ عام ١٩٦٤ تزايدت موارد المياه الجوفية المنتجة من حقول الآبار جنبا إلى جنب مع تزايد إنتاج المياه المقطرة من محطة رأس أبو عبود، و **(الشكل رقم ٦-١٦)** يوضح الكمية المستخرجة من المياه الجوفية بهدف استخدامها للأغراض المنزلية، حيث يمكننا استخلاص التالي:

١- تقارب معدلات الإنتاج إلى حد كبير في فترة الستينيات وثباتها، بحيث تراوحت بين (١,٣-١,٦) مليون م٣، تماثلها في التقارب وثبات الإنتاج الفترة الممتدة بين (١٩٧٥-١٩٧٨) ولكن بكمية بلغ حجمها بين (٤,٥-٦,٢١) مليون م٣، وفترة ثالثة تقع في نهاية الثمانينيات بين (١٩٨٧-١٩٨٩)، حيث تم استخراج ما حجمه (٣,٨-٤,٠٤) مليون م٣، وتعزى هذه الخصائص إلى أن فترة الستينيات لم تشهد بعد ضغطا سكانيا



شكل رقم (٦-١٦)
مدى التغير في استخراج المياه الجوفية المستخدمة للأغراض المنزلية (مليون م٣) من حقول الآبار للفترة (١٩٦٤-١٩٩٤)

ملحوظا، إذ أشار تعداد عام (١٩٧٠) إلى تركز لأكثر من (٨٧٪) من السكان في مدينة الدوحة، وأن الفترة الثانية شهدت تزايدا في إنتاج المياه المقطرة وإحجاما عن استخراج المياه الطبيعية حفاظا عليها من ناحية، ويقينا بأن محطات التحلية تغطي احتياجات السكان من ناحية ثانية، أما الفترة الثالثة فقد بدأت إرهاصات التخلي والمغادرة ولو مؤقتا لكثير من أفراد العمالة الوافدة، واتخاذ إجراءات مشددة نحو دخولهم البلاد.

٢- يوحي الرسم البياني إلى تزايد واضح في استخراج المياه الجوفية في الأعوام (١٩٧٢، ١٩٧٥، ١٩٨٣، ١٩٨٧، ١٩٩٣) مقارنة بالأعوام التي سبقتها مباشرة، حيث بلغت الزيادة نسبا تتراوح ترتيبا حسب التالي (٤٨,٨٪، ٤٣,٤٪، ٣٤,٦٪، ٥١,٤٪، ٤٨,١٪)، وأسباب هذه الزيادة حسب تصورنا هي: تزايد أعداد السكان الطبيعية والوافدة، الاستهلاك العشوائي للمياه وعدم الوعي لأهميتها في منطقة أحوج ما تكون للتقنين والترشيد.

٣- يتضح من الرسم البيـاني حدوث انخفاض متمـيز في استخراج المياه الجـوفية في عدد من السنوات، ولكنه أكثر حدة في عام ١٩٨٥، حيث انخفض إنتاج حقول المياه من (٦) مليون م٣/ السنة إلى (٢,٢٥) مليون م٣/ السنة، أي بنسبة بلغت (٦٢,٥٪)، هذا الانخفاض يوحي إلى زيادة في الإنتاج من محطات التقطير في كل من رأس أبو عـبود ورأس أبو فنطاس، حـيث زاد إنتـاجهـما مـجتـمعـتين (٧,٣٪)، إضافة إلى تراجع في أعداد السكان نتيجـة الاستغناء عن أعداد كبيرة من العمـالة الوافدة، أضف إلى ذلك مجمـوعة التشريعـات التي صدرت لتنظم وتقنن من استخراج المياه الجوفية حفاظا عليها، وتجنبا من زيادة تملحها.

٤- يتضـمن الرسم البياني ابتـداء من عام ١٩٧٩ مزيجا مـن بيانات كميـات المياه العذبة والأخرى المالحة Brackish تم استخـراجها من حقول آبار صـغيرة في مناطق مشيرب والغرافة ومطار الدوحة والخليج الغربي.

٥- يبدو واضحا من الرسم البياني أن استخراج المياه الجوفية بلغ أوجه في عام ١٩٧٥، حيث تم استخراج ما حجـمه(٦,٢١)مليون م٣/السنة، وأن عام ١٩٨٠ كان أقلها استخـراجا للميـاه الجوفية إذا اسـتثنينا كميـة المياه المالحة التي أضيـفت إلى الحجم المستخرج ومقدارها (٢,٥)مليون م٣، ليتبقى (١,١٦٩) مليون م٣، ومقارنة رقمية بين هذين العامين تؤكد لنا مدى التذبذب والتغير في الكميات المستخرجة خلالهما:

جدول رقم (٦-٢٤)

مقارنة بين الكميات المستخرجة من المياه الجوفية (مليون م٣) لعامي ١٩٧٥، ١٩٨٠

حقول الآبار	حجم المياه المستخرجة		التغير في الكمية
	١٩٧٥	١٩٨٠	
روصة راشد	٠,١٥٠	٠,٠٦٠	٠,٠٩٠-
أم القهاب	١,٢٤٢	٠,١٩٦	١,٠٤٦-
المرروعة	٠,٢٣٩	لا شيء	,٢٣٩-
الشيحانية	٠,٢٩٢	,٠٧٣	,٢١٩-
الخريب	٠,٢ ٩	٠, ٦٦	,١٤٣-
العطورية	١,١٠٧	٠,١٤١	,٩٦٦-
أبو ثيلة	,٥١٤	٠,٠١٣	,٥ ١-
الذيبة	٠,٨٤٧	٠,٠٨٦	٠,٧٦١-
الرشيدية	١,٢٢٢	٠,١٤٦	١, ٧٦-
الصبع والحميلية	,٣٨٨	٠,٣٨٨	لا شيء
المجموع	٦,٢١٠	١,١٦٩	٥,٠٤١-

المصدر: (إكلستون وآحرون، ١٩٨١، ص١٢/ ٢)

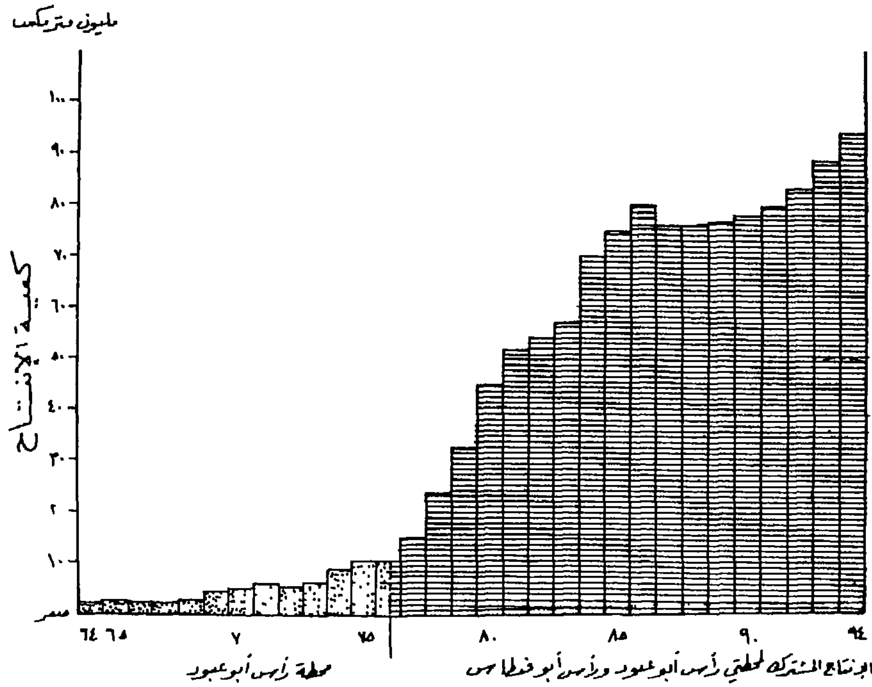
يتضح من الجدول أن نسبة التغير سلبا في استخراج المياه الجوفية بلغت (٨١,٢٪) خلال خمس سنوات فقط، وهي مؤشرات تؤكد على أهمية الترشيد والتقنين في استخراج واستهلاك المياه الجوفية بهدف المحافظة على مستوى عدسة المياه الجوفية العذبة التي باتت تعاني من احتمال اختلاط مياهها بطبقة المياه الجوفية المالحة التي تقع أسفل منها، أو نتيجة التسرب الجانبي لمياه البحر إذا انخفض مستواها دونه، ويبدو أن الزيادة التي حدثت في استخراج المياه الجوفية العذبة في عام ١٩٧٥ كانت محصلة لزيادة العائدات البترولية وما لازمها من تطور عمراني، الأمر الذي تطلب الاستعانة بأعداد كبيرة من العمالة الوافدة مما أدى إلى ازدياد الطلب على المياه العذبة.

ب/ ٤ المياه المقطرة: Desalination (Desalinization)

كان سكان قطر حتى السنوات الأولى من الخمسينيات يعتمدون على المياه الجوفية العذبة المستخرجة من حقول الآبار لسد احتياجاتهم، وفي عام ١٩٥٣ جرى تشغيل محطة تقطير سعتها (٢٤٨٢٠٠) م٣/ السنة، أي بمعدل (٦٨٠) م٣/ اليوم، وفي عام ١٩٥٩ أضيفت وحدات جديدة ليصبح الإنتاج (٧١١٧٥٠) م٣/ السنة، أي بمعدل (١٩٥٠) م٣/ اليوم، وفي عامي ١٩٦٢/ ١٩٦٣ بدأ تشغيل المرحلة الأولى من محطة رأس أبو عبود للتقطير بسعة إنتاجية بلغت في عام ١٩٧٠ حوالي (٢,٤٨٢) مليون م٣/ السنة، أي بمعدل (٦٨٠٠) م٣/ اليوم، وفي عام ١٩٦٩ تم الاستغناء عن المحطتين اللتين أنشئتا في عام ١٩٥٣.

استمر الطلب ملحا على توفير الاحتياجات من المياه، وبدا ذلك جليا في النصف الثاني من السبعينيات، استجابة لطفرة التطور التي حدثت في قطر خاصة، وفي منطقة الخليج بصفة عامة، ففي عام ١٩٧٧ عمدت الدولة إلى زيادة إنتاج المياه المقطرة من محطة رأس أبو عبود ليصل إلى (١٨,٩٨) مليون م٣/ السنة، أي بمعدل (٥٢٠٠٠) م٣/ اليوم، كما أنها أقدمت في عامي ١٩٧٧/ ١٩٧٨ على إنشاء محطة جديدة في رأس أبو فنطاس بطاقة إنتاجية لمرحلتها الأولى بلغت (١٣,٢٨٦) مليون م٣/ السنة، أي في حدود (٣٦٤٠٠) م٣/ اليوم.

وفي عامي ١٩٧٩/ ١٩٨٠ بدأت المرحلة الثانية في محطة رأس أبو فنطاس، وهي عملية توسعة، ترتب عليها خفض استخراج المياه الجوفية العذبة من حقول الآبار بغرض الحفاظ عليها من التدهور والتلوث، وفي عامي ١٩٨٢/ ١٩٨٣ بدأ تشغيل المرحلة الثالثة لمحطة التقطير في رأس أبو فنطاس، فارتفع إنتاجها إلى (٢٦,٥٧٢) مليون م٣/ السنة، أي حوالي (٧٢٨٠٠) م٣/ اليوم، وفي ذات الوقت شرعت الدولة بمدٍّ شبكة من الأنابيب زودت من خلالها المنازل في منطقة الدوحة وضواحيها ومنطقة مسيعيد بالمياه لكي تصبح السيطرة على استهلاك المياه ممكنا خاصة خلال أشهر الصيف، وللوقوف على مدى تطور إنتاج المياه المقطرة نستعرض الأعمدة البيانية (شكل رقم ٦-١٧)، حيث يمكن أن نستخلص منها التالي:



شكل رقم (٦-١٧)

إنتاج المياه المقطرة من محطتي رأس أبو عبود ورأس أبو فنطاس للفترة ١٩٦٤-١٩٩٤

١- اقتصر إنتاج المياه المقطرة بين عامي ١٩٦٣-١٩٧٦ على محطة رأس أبو عبود، فبلغ الإنتاج في نهاية هذه الفترة أكثر من (٤) أضعاف، فبعد أن كان (٢,٤)مليون م٣/ السنة وصل إلى (١٠,٢٢) مليون م٣/ السنة، وأن الإنتاج في الأعوام الخمسة الأولى كان متقاربا إلى حد كبير، حيث تراوح بين (٢,٤-٢,٩٣) مليون م٣/ السنة، وفي عام ١٩٦٩ زاد الإنتاج على عام ١٩٦٨ بنسبة (٥٣,٦٪)، وبعد خمس سنوات، أي في عام ١٩٧٤ زاد الإنتاج على عام ١٩٧٣ بنسبة (٤٩,٢٪).

٢- في عام ١٩٧٧ بدأ تشغيل محطة التقطير في رأس أبو فنطاس، حيث بلغ الإنتاج المشترك حوالي (١٤,٨) مليون م٣/ السنة، أسهمت محطة رأس أبوعبود بنسبة (٦٨٪) من حجم الإنتاج، وهذا يعني أن الاعتماد ما زال قائما على إنتاجية المحطة الأخيرة.

٣- يبدو أن معدلات الإنتاج من المياه المقطرة لم يكن منتظما، وخاصة في محطة رأس أبو عبود، حيث نشاهد أن إنتاجها بدأ يتراجع منذ عام ١٩٧٩، وهي السنة التي بدأ فيها تشغيل المرحلة الثانية من محطة رأس أبو فنطاس، فبلغ إنتاجها (٨,٤٦) مليون م٣/ السنة، أي بتراجع بلغت نسبته (١٥,٩٪) عن عام ١٩٧٧ (سنة الأساس)، وفي عام ١٩٩١ حدث تراجع آخر في إنتاجها بلغت نسبته (٤٨,٣٪).

٤- وبالمقابل تطور إنتاج المياه المقطرة من محطة رأس أبو فنطاس، حيث زاد إنتاجها في بداية التشغيل عام ١٩٧٧ من (٤,٧٤) مليون م٣/ السنة إلى حوالي (٣٣,٤) مليون م٣/ السنة في عام ١٩٨٠، وهذا يعني أن الإنتاج تزايد سريعا بمعدل بلغ أكثر من (٧) أضعاف، وذلك لسد احتياجات السكان من ناحية، ولتغطية متطلبات التطور العمراني من ناحية ثانية، وفي الفترة ١٩٨٠/ ١٩٨٣ تزايد الإنتاج بطيئا، حيث تراوح في معدله (٨,٦٪)، ويعكس هذا بداية التقنين والحد من استخراج المياه الجوفية العذبة من الآبار للحفاظ عليها أولا، وحمايتها من التملح ثانيا.

٥- وفي عام ١٩٨٤ زاد الإنتاج بشكل واضح، حيث بلغت هذه الزيادة في حدود (٢٢,٧٪) عن عام ١٩٨٣، ثم عاد الإنتاج في عامي ١٩٨٥، ١٩٨٦ بطيئا في زيادته، حيث تراوحت نسب الزيادة ما بين (٧,٣٪، ٦,٧٪) على التوالي.

٦- ومن عام ١٩٨٧ انخفض الإنتاج المشترك من المياه المقطرة للمحطتين بنسبة (٤,٧٪) عن عام ١٩٨٦، واستمر كذلك في العام التالي، ثم عاد الإنتاج في عام ١٩٩١ كسابق عهده في عام ١٩٨٦، إلى أن بلغ في عام ١٩٩٤ في حدود (٩٣,٢٩) مليون م٣/ السنة، كان نصيب محطة رأس أبو عبود (١٠,٥٪) فقط من جملة الإنتاج.

جـ/ ٤ استهلاك الفرد من المياه العذبة (الطبيعية والمقطرة):

اعتمادا على تعدادي السكان في قطر لعامي (١٩٧٠، ١٩٨٦) تم حساب عدد السكان للفترة (١٩٧١-١٩٩٤) باستخدام طريقة المتوالية الهندسية، واعتبرنا أن سكان قطر يتزايدون سنويا بمعدل ثابت، وذلك حسب الصيغة التالية:

$$ك٢ = ك١ (١ + ر)^{ن}$$

حيث: ك١ = عدد السكان في التعداد الأول (٢٤/ ٤/ ١٩٧٠).

ك٢ = عدد السكان في التعداد الثاني (١/ ٣/ ١٩٨٦).

ر = معدل النمو السنوي (القيمة المحسوبة ٧,٨٪).

ن = طول الفترة بين تاريخي التعدادين (١٥,٨٣ سنة).

وبعد الحصول على معدل النمو السنوي (ر) باستخدام اللوغاريتمات وقوانينها، تمكنا من تقدير عدد السكان خلال الفترة المذكورة، مع ملاحظة أن عدد السكان تم تقديره اعتبارا من الفاتح من شهر مارس، وأن الأرقام التي حصلنا عليها تم تقريبها إلى أقرب صفرين أو ثلاثة أصفار؛ لأنها تقديرية وليست ناتجة عن عملية عد دقيق للسكان، ولعل الهدف من الحصول على أعداد السكان يكمن في حساب استهلاك الفرد من المياه العذبة (الطبيعية والمقطرة)، وبغض النظر عن بعض التجاوزات في أعداد السكان، إلا أنها قد تعطينا فكرة عن مدى استهلاك الفرد من المياه، كي يضع المشرع في حسبانه - ضمن الخطط المستقبلية - احتياجات السكان من المياه ومدى كفايتها لهم، والجدول التالي يوضح ذلك:



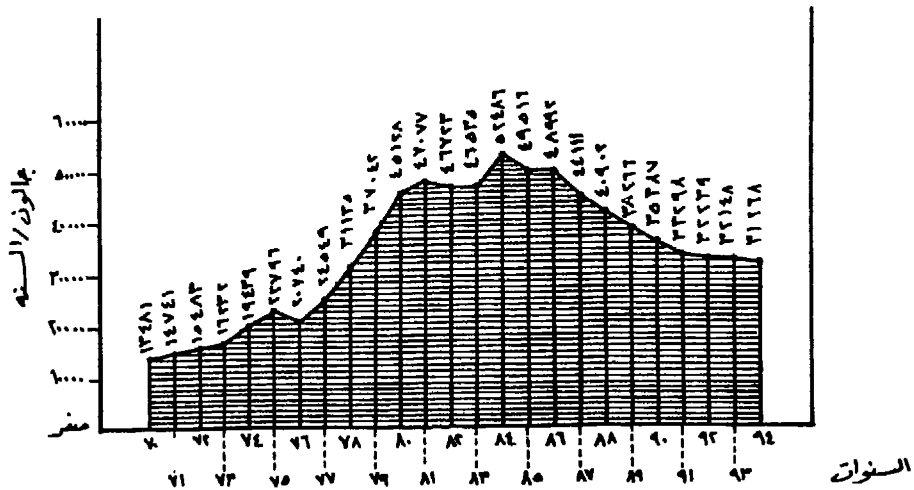
جدول رقم (٦-٢٥)

استهلاك الفرد من المياه العذبة (طبيعية ومقطرة) بالجالون للفترة من ١٩٧٠-١٩٩٤

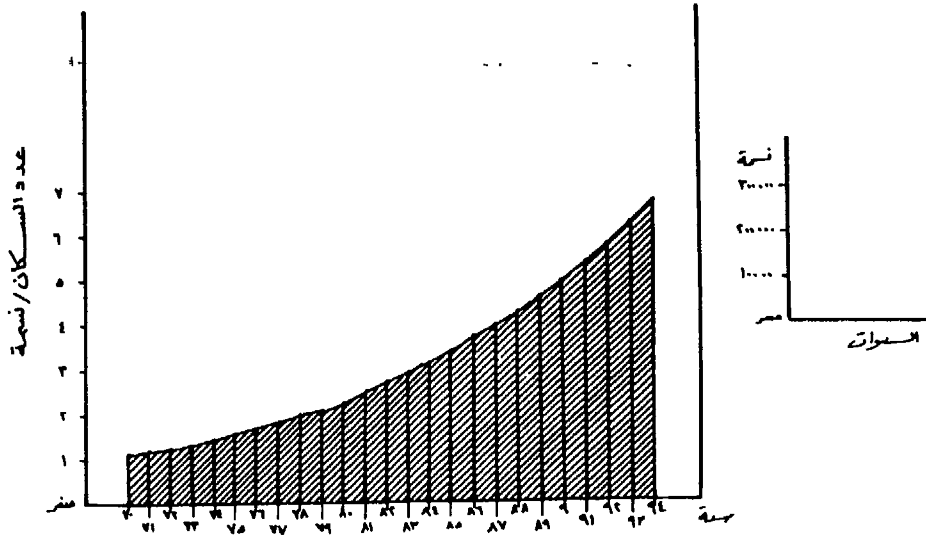
السنة	عدد السكان ألف نسمة	جملة الإنتاج مليون جالون	استهلاك الفرد جالون/ السنة	المعدل اليومي جالون	الزيادة أو النقصان ٪
١٩٧٠ (١)	١١١١٣٣	١٤٩٨,٢	١٣٤٨١	٣٦,٩	-
١٩٧١	١١٨٢٠٠	١٧٤٢,٤	١٤٧٤١	٤٠,٤	٩,٥+
١٩٧٢	١٢٧٦٠٠	١٩٧٥,٦	١٥٤٨٣	٤٢,٤	٥,٠+
١٩٧٣	١٣٧٧٠٠	٢٢٣٥,٢	١٦٢٣٢	٤٤,٥	٥,٠+
١٩٧٤	١٤٨٦٠٠	٢٨٨٨,٦	١٩٤٣٩	٥٣,٣	١٩,٨+
١٩٧٥	١٦٠٣٠٠	٣٦٥٤,٢	٢٢٧٩٦	٦٢,٥	١٧,٣+
١٩٧٦	١٧٢٨٠٠	٣٥٨٣,٨	٢٠٧٤٠	٥٦,٨	٩,٢-
١٩٧٧	١٨٦٤٠٠	٤٥٧٦,٠	٢٤٥٤٩	٦٧,٣	١٨,٥+
١٩٧٨	٢٠١١٠٠	٦٢٦١,٢	٣١١٣٥	٨٥,٣	٢٦,٨+
١٩٧٩	٢١٦٩٠٠	٨٠٣٤,٤	٣٧٠٤٢	١٠١,٥	١٩,٠+
١٩٨٠	٢٣٤١٠٠	١٠٥٦٤,٤	٤٥١٢٨	١٢٣,٦	٢١,٨+
١٩٨١	٢٥٢٤٠٠	١١٨٨٢,٢	٤٧٠٧٧	١٢٩,٠	٤,٤+
١٩٨٢	٢٧٢٣٠٠	١٢٧٢٢,٦	٤٦٧٢٣	١٢٨,٠	٠,٨-
١٩٨٣	٢٩٣٣٠٠	١٣٦٤٨,٨	٤٦٥٣٥	١٢٧,٥	٠,٤-
١٩٨٤	٣١٦٨٠٠	١٦٦٢٧,٦	٥٢٤٨٦	١٤٣,٨	١٢,٨+
١٩٨٥	٣٤١٨٠٠	١٦٩٢٤,٦	٤٩٥١٦	١٣٥,٧	٥,٦-
١٩٨٦ (٢)	٣٦٩٠٧٩	١٨٠٨١,٨	٤٨٩٩٢	١٣٤,٢	١,١-
١٩٨٧	٣٩٧٧٠٠	١٧٥٤٢,٨	٤٤١١١	١٢٠,٩	٩,٩-
١٩٨٨	٤٢٨٩٠٠	١٧٥٤٢,٨	٤٠٩٠٢	١١٢,١	٧,٤-
١٩٨٩	٤٦٢٧٠٠	١٧٧٠٥,٦	٣٨٢٦٦	١٠٤,٨	٦,٥-
١٩٩٠	٤٩٩١٠٠	١٧٦٦١,٦	٣٥٣٨٧	٩٧,٠	٧,٤-
١٩٩١	٥٣٨٤٠٠	١٧٩٢٧,٨	٣٣٢٩٨	٩١,٢	٦,٠-
١٩٩٢	٥٨٠٨٠٠	١٨٧٢٤,٢	٣٢٢٣٩	٨٨,٣	٣,٢-
١٩٩٣	٦٢٦٥٠٠	٢٠١٤١,٠	٣٢١٤٨	٨٨,١	٠,٢-
١٩٩٤	٦٧٣٧٠٠	٢١٠٦٥,٠	٣١٢٦٨	٨٥,٧	٢,٧-

من (الجدول رقم٦-٢٥) و(الشكلين رقمي ٦-١٨، ٦-١٩) نستخلص التالي:

١- يبدو أن عدد السكان تزايد خلال (٢٥) عام في حدود (٥٦٢٥٦٧) نسمة، أي حوالي (٥٠٦,٢٪)، فالزيادة السنوية - بغض النظر عن ثباتها - شهدت طفرات واضحة، خاصة في النصف الثاني من عقد السبعينيات، ونعني بالزيادة هنا الطبيعية والعمالة الوافدة، ويعزى ذلك إلى تزايد في أسعار النفط ومن ثم التطور الذي شمل مختلف الجوانب، وخاصة العمرانية منها.



شكل رقم (٦-١٨)
استهلاك الفرد من المياه العذبة (طبيعية ومقطرة) جالون/السنة خلال الفترة (١٩٧٠-١٩٩٤)



شكل رقم (٦-١٩)
تطور عدد السكان في قطر خلال الفترة (١٩٧٠ - ١٩٩٤)

٢- يشير الجدول إلى أن نسبة الزيادة في استهلاك المياه بلغت (٤,٤٪ - ٢٦,٨٪)، وقد تركزت باستثناء عام ١٩٧٦ في الفترة بين (١٩٧١-١٩٨١)، وقد تناقص استهلاك الفرد للمياه بين (١٩٨٥-١٩٩٤)، حيث تراوحت نسبته بين (-٢,٠٪ و -٩,٩٪)، والسبب في ذلك ترشيد الاستهلاك.

٣- يشير الجدول إلى ملاحظتين هامتين، **الأولى**: تناقص نسبة استهلاك الفرد من المياه العذبة في عام ١٩٧٦ بحوالي (-١,٩٪)، رغم أنها تتوسط الفترة التي شهدت تزايدا في الاستهلاك، هذا التناقص يلوح لي بأنه عائد إلى التطور العمراني وما يتطلبه من أعداد كبيرة من العمالة الوافدة إلى قطر، مما نشأ عنه ازدياد الحاجة إلى المياه العذبة، أضف إلى هذا، تناقص الإنتاج بنسبة (١,٩٪) عن عام ١٩٧٥، ويبدو أن سبب التناقص في عام (١٩٧٦) حسب تصورنا يعزى إلى زيادة تحكم الجهات المعنية بتوزيع المياه إثر إجراءات التوسع في شبكة الأنابيب وإنشاءات التخزين وأن الكمية المنتجة من المياه إثر تناقصها مع تزايد أعداد السكان لو تم تقسيمها فمن المنطقي أن يتناقص نصيب الفرد بالتالي. **الثانية**: تزايد نسبة استهلاك الفرد من المياه العذبة في عام ١٩٨٤ التي تقع ضمن فترة تناقص الاستهلاك الممتدة من (١٩٨٢-١٩٩٤)، وقد تزامنت زيادة الاستهلاك مع تزايد جملة الانتاج التي قدرت نسبتها بحوالي (٢١,٨٪)، هذه الزيادة يبدو أنها محصلة للمرحلة الثالثة التي بدأ عملها في محطة رأس أبو فنطاس في الفترة (١٩٨١/ ١٩٨٢).

٤- يوحي لنا الجدول أن الزيادة في حجم إنتاج واستخراج المياه المستخدمة للأغراض المنزلية تفوق الزيادة في عدد السكان، فبينما تضاعفت كمية المياه المنتجة خلال الفترة (١٩٧٠-١٩٩٤) إلى (١٤,١) ضعفا، نجد أن عدد السكان تزايد خلال نفس الفترة في حدود (٥) أضعاف، وقد نعزو هذا الوضع إلى عدة أسباب منها:

(أ) وجود حاجة غير مشبعة إلى المياه في عقد السبعينيات.

(ب) ارتفاع مستوى المعيشة واختلاف نمط الحياة وخاصة في نهاية عقد السبعينيات وبداية الثمانينيات.

(جـ) توصيل المياه إلى المنازل عن طريق شبكة الأنابيب والتوسعات التي صاحبتها، وإنشاءات التخزين التي تمت في المدن الكبرى كالدوحة.

(د) التطور الصناعي في قطر وما تحتاجه من كميات كبيرة من المياه وخاصة في نهاية عقد السبعينيات وما بعده.

٥- يتضح أن معدل استهلاك الفرد من المياه بلغ في عام (١٩٧٠) حوالي (٣٦,٩) جالونا/ اليوم، وهي كمية لا شك كبيرة قياسا باستهلاك الفرد في دولة الكويت مثلا، حيث بلغ نصيب الفرد في الكويت في نفس العام (٢٦,٨) جالونا/ اليوم (محمد الفرا، ١٩٧٧، ص٢٨٧)، أي أن الفرد يستهلك في قطر (١,٤) جالون/ اليوم مقابل جالون واحد/ اليوم للفرد في الكويت، بمعنى آخر، فإن نسبة ما يستهلكه الفرد في قطر تزيد بحوالي (٣٧,٧٪) على نصيبه في الكويت، ولعل هذا التفوق ينسحب على معظم دول الخليج العربية، وقد أخذت كمية استهلاك الفرد من المياه في التزايد حتى بلغت (٢,٣) ضعفا في عام ١٩٩٤ تقريبا، وقد بلغت أقصاها (٣,٩) ضعفا في عام (١٩٨٤)، ومع ذلك فإن معدلاتها في قطر أقل منها في بغداد الذي يستهلك الفرد فيها (٩٥,٤) جالونا/ اليوم، وفي أوربا (٦٠) جالونا/ اليوم، وفي الولايات المتحدة (١٤٠) جالونا/ اليوم.

٦- يلاحظ أن معدلات استهلاك الفرد من المياه يتزايد في بعض السنوات بشكل مفاجئ، كما حدث في الأعوام (١٩٧٤، ١٩٧٨، ١٩٨٤) ولهذه الزيادة علاقة بافتتاح المرحلة الثالثة من محطة رأس أبو عبود، والمرحلة الأولى من محطة رأس أبو فنطاس، فقد بلغت الزيادة ما بين (١٩,٨٪، ٢٦,٨٪، ١٢,٨٪) على التوالي.

٧- يتبين أن خط المنحنى الموضح لاستهلاك الفرد (**شكل رقم ٦-١٨**) بلغ أوج قمته عام ١٩٨٤، ويبدو أن الحالة الهرمية التي لم تتكرر من استهلاك الفرد واكبت إتمام المرحلة الثالثة من محطة رأس أبو فنطاس، والتوسعات التي تمت لشبكة الأنابيب، وإنشاءات التخزين التي صاحبتها آنذاك.

٥- استخدامات مياه الآبار للأغراض الزراعية:

تنبجس المياه الجوفية تلقائيا على السطح بواسطة الينابيع، ولكنها تخرج بجهد بشري عن طريق حفر الآبار، فالأغراض التي حفرت هذه الآبار من أجلها تتعدد، والأهداف تتنوع، فهناك آبار اختبارية للمتابعة والمراقبة، ويتم بواسطتها

التعرف على منسوب المياه الجوفية ونوعيتهـا وإنتاجيتها، وهناك آبار تستخدم مياهها للشرب والأغراض المنزلية كـما أوضحنا سابقا، وآبار أخرى تستخـدم مياهها للري وأغراض الزراعة والتي نحن بصدد معالجتها تاليا.

٥/أ توزيع الآبار المستخدمة على مناطق قطر:

لم يتم تحديد عدد الآبار التي تستخدم مياهها للأغـراض الزراعية حتى هذا التـاريخ، وإذا تم ذلك فإنهـا أرقام تقـديرية ومجـملة لجميع المزارع المتشـرة في منخفضات قطر، وقـد حاولنا من خلال معطيات أساسـية توافرت لدينا على مدى فتـرة (٢٢) موسمـا، أي من (٧١/ ٧٢-٩٢/ ٩٣) أن نحدد عدد الآبار وتوزيعـها على مناطق قطر الرئيسة، وتتمثل هذه المعطيات في التالي:

١- حجم المستخرج من المياه الجوفية في كل موسم للأغراض الزراعية.

٢- عدد الأيام التي يتم خلالها ضخ المياه لري المزروعات وقـد قسمت بين فترة شتوية وعدد أيامها (١٤٩) يوما/ السنة، وفترة صيفية وعدد أيامها (١٦٠) يوما/ السنة.

٣- متوسط عدد ساعات الضخ في الفتـرة الشتوية (٨,٤) ساعة/ اليوم، ومتوسط عدد سـاعات الضخ في الفـترة الصيـفية (٩,٧) سـاعة/ اليـوم. وهذه القيم مستوحاة من دراسة (إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص١٢/ ٤).

٤- مـتوسط تصـرف البئـر في السـاعة (٢٩,٢٨) م٣، وهذه القـيمـة مصـدرها (المهندس أحمد عـبد الملك رئيس قسم المياه الجـوفية بإدارة البحـوث الزراعية والمائية التابعـة لوزارة الشؤون البلدية والزراعية). وبناء عليـه يمكن تحديد عدد الآبار في كل منطقة نجدولها كالتالي:

جدول رقم (٦-٢٦)

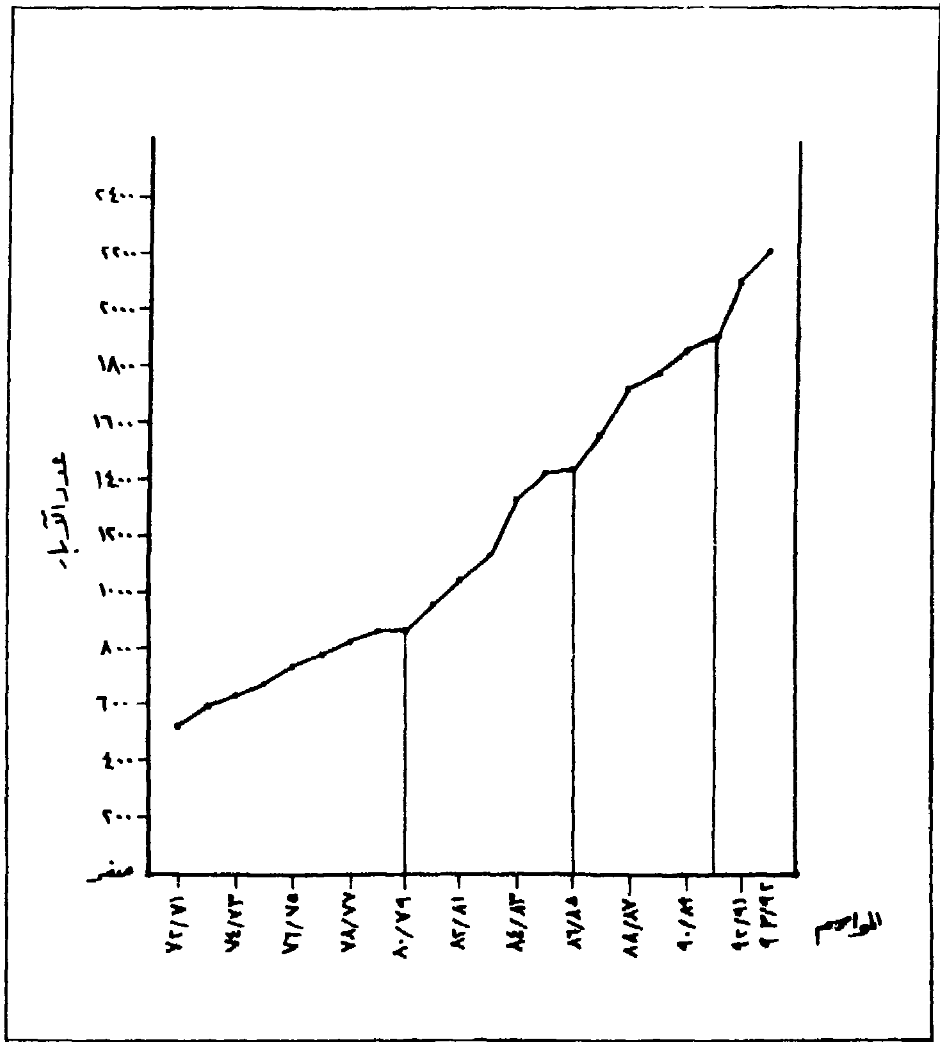
توزيع عدد الآبار على مناطق قطر الرئيسة

المنطقة / المواسم	الشمال	الغويرية	الخور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان البطنة
٧١/٧٢	٨٧	٥٠	١١٥	٦٠	٤٠	٩٨	٢٠	١٥	٣٤
٧٢/٧٣	٩٨	٥٧	١٢٩	٦٧	٤٥	١١٠	٢٣	١٧	٣٧
٧٣/٧٤	١٠٤	٦٠	١٣٩	٧٣	٤٨	١١٨	٢٤	١٩	٤٠
٧٤/٧٥	١١٢	٦٤	١٤٩	٧٨	٥١	١٢٧	٢٦	١٩	٤٣
٧٥/٧٦	١٢١	٧٠	١٦٠	٨٤	٥٦	١٣٧	٢٩	٢١	٤٦
٧٦/٧٧	١٢٨	٧٧	١٧٠	٨٩	٥٩	١٤٥	٣١	٢٢	٥٠
٧٧/٧٨	١٣٦	٧٨	١٨١	٩٤	٦٢	١٥٣	٣٢	٢٤	٥٣
٧٨/٧٩	١٤٢	٨٣	١٨٨	٩٩	٦٥	١٦١	٣٣	٢٥	٥٤
٧٩/٨٠	١٤٣	٨٢	١٩١	١٠٠	٦٦	١٦٢	٣٤	٢٥	٥٥
٨٠/٨١	١٥٨	٩١	٢٠٩	١٠٩	٧٣	١٧٨	٣٧	٢٨	٦٠
٨١/٨٢	١٧٣	١٠٠	٢٣٠	١٢٠	٨٠	١٩٦	٤١	٣٠	٦٦
٨٢/٨٣	١٨٥	١٠٧	٢٤٦	١٣٠	٨٦	٢٠٩	٤٤	٣٢	٧١
٨٣/٨٤	٢٢٠	١٢٧	٢٩٢	١٥٣	١٠١	٢٤٩	٥٢	٣٨	٨٤
٨٤/٨٥	٢٣٥	١٣٦	٣١٢	١٦٤	١٠٨	٢٦٦	٥٦	٤١	٩٠
٨٥/٨٦	٢٤٠	١٣٨	٣١٨	١٦٦	١١٢	٢٧١	٥٦	٤١	٩٢
٨٦/٨٧	٢٥٩	١٥٠	٣٣٤	١٨٠	١٢٠	٢٩٣	٦١	٤٥	١٠٠
٨٧/٨٨	٢٨٥	١٦٥	٣٧٨	١٩٨	١٣١	٣٢٢	٦٦	٤٩	١٠٩
٨٨/٨٩	٢٩٥	١٧٠	٣٩٢	٢٠٤	١٣٦	٣٣٣	٦٩	٥١	١١٢
٨٩/٩٠	٣٠٩	١٧٨	٤١٠	٢١٤	١٤٢	٣٤٨	٧٣	٥٣	١١٨
٩٠/٩١	٣١٦	١٨٣	٤٢٢	٢٢١	١٤٦	٣٥٨	٧٥	٥٥	١٢١
٩١/٩٢	٣٥١	٢٠٤	٤٦٧	٢٤٤	١٦١	٣٩٦	٨٣	٦١	١٣٤
٩٢/٩٣	٣٦٩	٢١٣	٤٩٠	٢٥٦	١٧١	٤١٧	٨٧	٦٤	١٤١

من (**الجدول رقم ٦-٢٦**) و (**الشكل رقم ٦-٢٠**) نستنتج التالي:

١- حدوث تزايد مطـردفي عدد الآبار على طول السلسلة الزمنيـة بغض النظر عن ماهية هذا التزايد ومدى تباينه من منطقة إلى أخرى.





شكل رقم (٦-٢٠)

تطور أعداد آبار المياه الجوفية المستخدمة للأغراض الزراعية

خلال المواسم (٧١/٧٢- ٩٢/٩٣)

٢- نلاحظ من الرسم وجود ثلاثة مواسم - رغم اتجاه المنحنى صعودا - يبدو من خلالها أن التزايد في عدد الآبار بطيئا، ويتمثل هذا الوضع في المواسم (٧٩/ ٨٠، ٨٥/ ٨٦، ٩٠/ ٩١)، وأن الزيادة تراوحت مقارنة بالموسم السابق له مباشرة بين (٩٤, ٠٪، ٨٥, ١٪، ٨٢, ٢٪) على التوالي.

٣- يبدو من (الشكل رقم ٦-٢٠) أن المواسم (٨٢/ ٨٣، ٨٦/ ٨٧، ٩١/ ٩٢) شهدت تطورا ملحوظا في أعداد الآبار، حيث بلغت الزيادة حسب ترتيب

المواسم المعنية (٢,٧٪، ٢,٨٪، ٨,١٠٪). وربما يكون هذا التطور مصاحبا لزيادة أفقية (مساحة الأراضي المزروعة) أو رأسية (الإنتاج)، أو أن معظم الزراعات ما زالت تعتمد أسلوب الري الحوضي، مما يتطلب كميات كبيرة من المياه، الأمر الذي دفع أصحاب المزارع إلى حفر آبار إضافية لتفي بالغرض، وتوفر الكمية المطلوبة.

٤- فيما عدا ما سبق يتضح أن نسب تزايد عدد الآبار على مدى السلسلة الزمنية يمكن تقسيمه إلى فئتين على أساس أن الحد الفاصل بين الفئتين (١٠٪)، **الفئة الأولى**: تتراوح نسب تزايد عدد الآبار فيها على طول مواسم السلسلة الزمنية بين (٥,٣٪ و ٩,٩٪)، وتمثل هذه الزيادة ما نسبته (٦,٥٤٪) من مواسم السلسلة البالغة (٢٢) فترة، **الفئة الثانية**: وتتراوح نسب الزيادة بين (٨,١٢٪ و٦,١٨٪ و٨,١٠٪)، وتمثل المواسم (٧٢/ ٧٣، ٨٣/ ٨٤، ٩١/ ٩٢) على التوالي، ويبدو أن هذه الزيادة في عدد الآبار تزامنت مع تزايد مساحة الرقعة الزراعية.

٥- تحظى منطقتا الخور والريان بنسبة (٤١٪) من مجموع عدد الآبار، وهي نسبة تكاد تكون ثابتة على طول السلسلة الزمنية، فقد ترجع إلى تركز واضح للمزارع النشطة حيث بلغت نسبتها حتى عام ١٩٩٢ حوالي (٦,٢٠٪، ١٦,٧٥٪) على التوالي، إضافة إلى أن هاتين المنطقتين تضمان على ما يبدو الجزء الأكبر من عدسة المياه الجوفية العذبة.

٦- من الواضح أن منطقتي الدوحة والوكرة أقل المناطق آبارا، إذ تشتملان على نسبة (٨,٦٪) فقط، وهي نسبة توحي إلى محدودية المزارع من جهة لعدم صلاحية التربة، وإلى عدم إمكانية الاعتماد على مياه الآبار فيهما لقربهما من البحر وزيادة نسب المواد الصلبة الذائبة فيها.

ب/ ٥ آبار المتابعة والمراقبة:

ذكرنا أن للآبار أغراضا متعددة ومتنوعة من بينها مراقبة مناسيب المياه الجوفية Levels وعمليات السريان Transmissiblity (التسرب الجانبي والرأسي) ومعاملات التخزين Storage Coefficients والنفاذية Permeability والتصريف Discharge، ولهذا نحاول إبراز هذا الجانب لنرى إلى أي مدى يولي المسؤولون في دولة قطر

أهميـة خاصة للميـاه الجوفية مـن جانب، وإلى أي مدى يعي أفراد المجـتمع هذه الأهمية كي يسعوا من جانبهم للحفاظ على هذا المورد والتقنين في استخدامه لكون مصادره لا تزور البلاد إلا غبا من جانب آخر، وأنواعها كالتالي:

١ - آبار المراقبة: Observation Wells

وعددها (١٠٤) آبار موزعة على النحو التالي: (خريطة رقم ٦-٢١)

* (٣٢) بئرا يرمز لها بدائرة مفرغة (○)، حفرت في المنطقة الشمالية، ولا يتعدى امتدادها نحو الجنوب خط عرض مـدينة الخور، وتغطي هذه الآبار منطقة تميزها السحنات الكربونية، وبقية من السحنة الكبريتية الواقعة إلى الغرب من الذخيرة، وتشيـر شركة زمـوجيل Amojil في عام ١٩٦٣ أن آبارا ثلاثة تـعمقت لمسـافة تتـراوح مـا بين(٢٧٠ و٣٧٠)م في تكوينات كل من الرس و«أم الراضـومـة»، وأفصحت عن خصائصهما الليثولوجـية سبق أن أوضحناها في فصل الجيولوجيا (التتابع الطبقي).

* (٥٠) بئرا تم حـفرها في وسط قطر ويـرمز لها بمسـتطيل (▭)، وتنتـشر في المنطقة الواقعة بين خطي عرض الخـور في الشمال والوكرة في الجنوب، وتغطي القطاع الجنوبي من السحنة الكربونية الإرسابية، والجزء الأعظم من بقايا السحنة الكبريتية، وخاصة طبقة الصوان Chert Horizon التي تحتل النصف الشرقي من شبه الجزيرة وتمتد من منطقة فـويرط حتى الوكرة، والقطاع الشمالي من السحنة الكبريتية الإرسابية.

* (٢٢) بئرا حفرت في جنوب وجنوب غـرب قطر ويرمز لها بمثلث (△)، كان أهمهـا البئـر الذي حفـرت في منطقة قـرن أبو وائل واختـرقت (٣٠٠) م من تكوينات أم الراضومة، وأشـارت نتائج الحفر بأن أهميـة تكوينات أم الراضومة ذات الصلة بجيولوجـية المياه في هذه المنطقة تكمن في الطبـقات التي تقع على عمق يتراوح ما بين (٢٠ و ١٠٠) م.

٢ - الآبار الاستكشافية: Exploratory Wells

يبدو أن نحـوا من (٦٠٠) بئرا استكشـافية تم حـفرها في تتابعـات منطقة دخان، منها (١٥٠) بئـرا لاستكشاف الزيت والغاز، وحوالي (٤٥٠) بئـرا حفرت

آبار مراقبة
آبار وادي العريه
بئر استكشافي (م)
بئر استكشافي محميه
بئر تغذية
جهاز تسجيل المناسيب

الرويس
الخوير
العريش
جزيرة حوار
دخان
أم باب
الدوحة
الخور
الوكرة
مسيعيد
أبو سمرة
سودانثيل
خليج سلوى

المصدر: إدارة البحوث الزراعية والمائية

شكل رقم (٦-٢١)

خريطة توزيع آبار المتابعة والمراقبة في شبه جزيرة قطر

لأعماق ضحلة بهدف الحصول على أكبر قـدر مما تتطلبه المياه لحفر الآبار العميقة، وبغرض حـقن آبار الزيت، وقد أشار (إكلستـون وآخرون، ١٩٨١، ص٣/٦) أن أكثر من (٣٠٠٠) بئرا حفرت في قطر الهدف منها إمكانية الحصول على معلومات ليتم على أسـاسها البـحث في كيفـية تطوير المياه الجـوفية المسـتخدمـة للأغراض الزراعية، إلا أن البيانات الجيولوجية المستقاه من هذه الآبار غير ممكنة، لذا تم حفر آبار استكشافية أخرى يرمز لها بالدائرة ( ) بلغ عددها (٣١) بئرا، يبدو أنها على ضوء المعلومات السابقة تم اخـتيار مواقعها بعناية فائقـة، فهي في توزيعها تمتد من خط عرض مزرعة الحكومة في الشمال حتى خط عرض خور العديد جنوبا، حيث تغطي (٤) آبار منها منطقة السحنة الكربونـية في وسط الشمال، و (٨) آبار تتوزع في منطقة السحنة الكبريتية المتبقـية في الوسط والشمال الشرقي، و(١٤) بئرا تنتشر في منطقـة السـحنة الكبـريتيـة في الجنوب، وتحظـى منطقة دخـان ذات السـحنة الكربونية وخاصة امتدادها الجنوبي بحوالي (٥) آبار.

ومن الجدير بالملاحظة أن جـميع الآبار حفـرت لتنفد على الأقل إلى (١٠) أمتـار في تكوين أم الراضـومة، ورغم ذلك فهـناك آبار استكشـافية لا تتـبع هذه القاعدة بل تمايزت في أعماقها، والجدول التالي يوضح أمثلة لهذه الآبار:

جدول رقم (٦-٢٧)

خصائص التعاقب الجيولوجي بمعيار بعض الآبار وأعماقها

البئر	القطاع	المنطقة	أعماق الآبار في التكوينات			
			الكلي	الرص	الدمام	أم الراضومة
P22A	-	كبريتات متبقية	١٥٠,٩	٤٣	٢	٨٧
P22A	جنوبي - شمالي	كبريتات متبقية	١٢٠	٥٥	٥٥	-
P23	جنوبي - شمالي	كربونات إرسابية	١٠٠	٨	٥٢	-
P23	غربي - شرقي	كربونات إرسابية	١٠٠	٤ ,٦	٣٢	-
P27	غربي - شرقي	كبريتات متبقية	١٣٥,٦	٤٩,٥	٣,٧٥	٨١,٧٥
P29	-	كبريتات إرسابية	٢٢٩,٨	١٠٤	٣	٥٦
P29	غربي شرقي	كبريتات إرسابية	١٦٧	١٠١	٣٢	٣٤
P33	-	العريق/كبريتات إرسابية	١٩٢	١١٥,٩	٢٧,٧	٥
P35	عربي شرقي	كربونات إرسابية	١٤ ,٢	٩٨	٣٢	-

المصدر. تجميع الباحث عن: ١- إكلستون وآخرون، ١٩٨١.

٢- إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، فبراير ١٩٨٥.

من الجدول السابق نستخلص بعض الخصائص التالية:

١- يبدو أن لهذه الآبار أهمية خاصة لكون القطاع الجيولوجي الجنوبي - الشمالي والقطاع الجيولوجي الغربي - الشرقي يمر بها (**الشكل ٢-٨أ، ب**).

٢- تنتشر هذه الآبار الستة لتغطي السحنات الإرسابية من الكربونات والكبريتات، كما تشمل السحنات الكبريتية المتبقية Residual.

٣- يلاحظ أن عمقها لا يقل عن (١٠٠) م، وهي جميعا تخترق تكوينات الدمام والرس بأعماق متفاوتة نسبيا.

٤- يشير الجدول و(**الشكل رقم ٢-٨أ، ب**) إلى أن الآبار الاستكشافية لم تخترق السمك الإجمالي لتكوينات أم الراضومة، باستثناء (٣) آبار حفرت بمعرفة شركة (اموجيل ١٩٦٣)، منها رقم AM1A الذي يقع في أقصى شمال قطر عند ذروة التحدب في القوس القطري Anticlinal Pitch، ونفد في تكوينات أم الراضومة إلى عمق (٣٥٨) م، وفي تكوينات العرمة إلى حوالي (٦٣,٥)م، وآخر برقم AM3A ويقع في منطقة قرن أبو وائل جنوب غرب قطر، وجنوب شرق أبوسمرة مباشرة، وتناظره البئر رقم C14 ورمزه مثلث مفرغ، فقد اخترق أكثر من (٣٠٠) م من تكوينات أم الراضومة.

٥- يتبين أن البئر رقم p33 والواقع في منطقة وادي العريق إلى الشمال الشرقي من أبو سمرة في جنوب غرب قطر، لا يخترق سوى (٥) أمتار من تكوينات «أم الراضومة» وذلك بسبب سماكة تكوينات الرس في تلك المنطقة.

٦- تكشف هذه الآبار عن بعض خصائص جيولوجية المياه:

(أ) فالمياه الجوفية في تكوين أم الراضومة تقبع في الطبقات التي يتراوح عمقها بين (٢٠ و ١٠٠) م.

(ب) كشفت إحدى الآبار التي حفرت في منخفض بيض القاع أن المياه الجوفية توجد على عمق (١٠) أمتار في تكوين الدام.

(جـ) أوضحت نتائج حفر البئرين الاستكشافيين P33, P32 في وادي العريق (شكل ٦-١٤) أن الطبقة الحاملة للمياه تتمثل في حجر جير أبروق بسمك (١٠)م، بينما يبلغ سمك الطبقة الحاملة للمياه في بئر زكريت (٢)م، ويعزى ذلك لسببين **الأول**: يتمثل في عدم إرساب حجر جير

أبروق، **والثاني**: يكمن في نشاط عمليات النحت التي سبقت عملية إرساب تكوين الدام.

(د) أكدت الدراسة التي أجريت على الآبار P34, P13, P15, P31 الواقعة في النصف الجنوبي من حدبة دخان وضمن السحنة الكربونية أن طبيعة الطبقة الخازنة للمياه الجوفية في تكوين أم الراضومة تخلو من الجبس، وأن هذا الاختفاء كما أشار إكلستون لا يثير مشكلة، ولعل البئر رقم P29 الواقع في الشمال الغربي إلى الجنوب من أم حيش، يؤكد على وجود الجبس في كل من تكوين الرس وأم الراضومة، وأنه لا توجد تغيرات رئيسة في نوعية المياه الجوفية، وبالتالي لا تظهر تغيرات في ظروف الدورة والتي تنبئ بعدم وجود تطور في كتلة المياه العذبة في تلك المنطقة **(إكلستون وآخرون، ص٧/ ٢٥)**.

(هـ) يوضح البئر رقم P22a الذي اخترق الطبقات الصخرية حتى قاعدة المياه العذبة إلى الشرق من البمبرة أن المقاومة Resistivity ما دون عمق (١١٥) م تتناقص رغم بقاء القيم مرتفعة، وبوجود أحزمة من الطين الجيري والطين الصفحي مع الدولومايت والحجر الجيري الدولومايتي، وبعدم ظهور طبقات الصوان في تكوين أم الراضومة.

٣- آبار استكشافية عميقة: Deep Exploratory Wells

وتنحصر في بئرين، الأول ويرمز له بمستطيل أسود (■) يقع في منطقة السحنة الكبريتية المتبقية إلى الجنوب الشرقي من الجميلية وعلى الجانب الغربي للطريق الواصل بينهما وبين العطورية ويتفق مع الإحداثي (٤٢). والثاني يرمز له كذلك بالمستطيل الأسود (■) ويقع في أقصى الجنوب الغربي متفقا مع خط عرض خور العديد والإحداثي (٣٢)، وعلى بعد (٦,٥) كم جنوب شرق البئر رقم AM3A في قرن أبو وائل.

٤- آبار تغذية: Recharge Wells

وعددها (٨) آبار، ويرمز لها اختصارا R.W. وبمثلث أسود (▲)، وتتركز في النصف الشمالي من شبه جزيرة قطر وضمن مناطق السحنتين الكربونية

والكبريتية المتبقيـة، إذ حفرت في الأولى (٥) آبار تتوزع بين وسط المنطقة وجنوبها وتحمل الأرقام: W.R.7, R.W.4, R.W.3, R.W.2, R.W.5 أما آبار التـغذية أرقام R.W.8, R.W.6, R.W.1، فتحتضنها سحنة الكبريتات المتبقية.

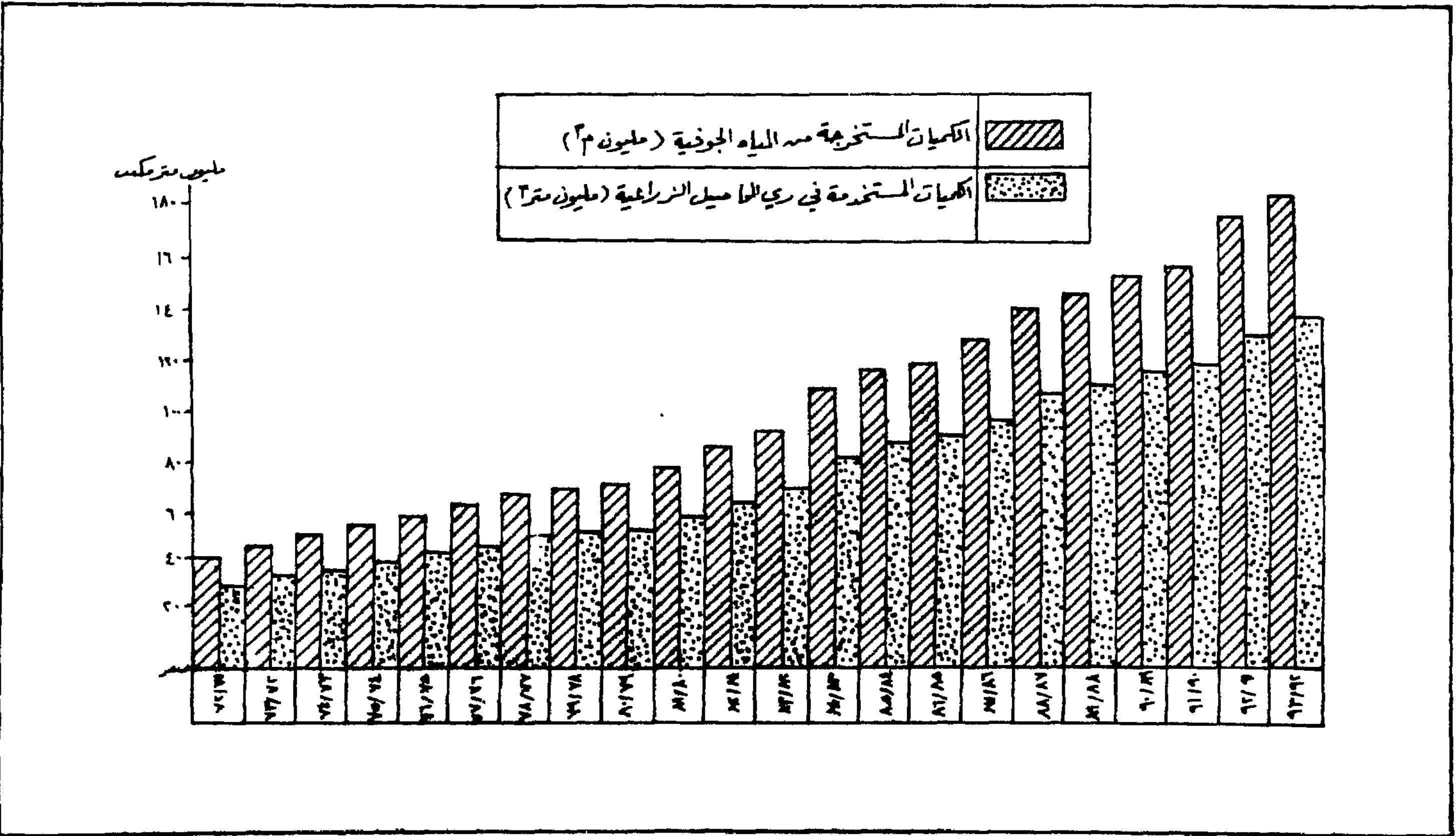
٥- آبار بها أجهزة تسجيل مناسيب المياه الجوفية: Automatic Well Recorders

وهي (٨) آبار يرمـز لهـا بنجـمة (*)، (٦) منهـا تتبع مـجمـوعـة الآبار الاستكشافية .E.W، و (٢) منها يخصان آبار التغذية .R.W، وقد تم توزيعها على النحو التالي:

* بئر واحدة رقم R.W2 تقع ضمن السحنة الكربونية في شمال قطر.
* بئران رقما P22, R.W1 يقعان في القطاع الشرقي من سحنة الكبريتات المتبقية.
* بئران رقما P18, P14 يضطلعان بتسجيل مناسيب المياه الجوفية في منطقة السحنة الكبريتية، الأول بالقرب من موقع رصد دكا، والثاني في منطقة وادي جلال.
* آبار ثلاثة بأرقام P10, P15, P12 وجميعها يغطي الامتداد الجنوبي الشرقي لحدبة دخان وضمن سحنة الكربونات الإرسابية (شكل رقم ٦-٢١).

بعد هذا الـعرض عن خصـائص بعض الآبار وأنواعهـا وتوزيعهـا، نحاول دراسة استخدامات المياه للأغراض الزراعـية، والكميات المنتجة موزعة على مناطق قطر من ناحية، ومتضمنة ما تم ضخه لري المزروعـات الشتوية والصيفية من ناحية ثانية، مع الـوضع في الاعتبـار حسم ما نـسبتـه (٢٥٪) من الكمية المـستخـرجة (إكلستون، ١٩٨١، ص١٢/٧، الجدول 12.5) كعائد من مياه الري لتغذية الخزان الجوفي، هذه الكميات تم استخراجـها للمواسم (٧١/ ٧٢-٩٢/ ٩٣) اعتمادا على المعطيـات التـي رصـدناها (ص٦٠٦) يوضـحـهـا (الجـدول الملحق رقم ٦-٤)، و(الشكل رقم ٦-٢٢) لمجمل الكمية المـستخرجة، وصافي الكمية المـستخدمة في الري، ومنهما نستخلص الحقائق التالية:

(أ) يبدو أن الكميات المستخرجة من المياه الجوفية العذبة لأغراض الزراعة تزايدت بشكل مطرد، إذ بلغت نسبة الزيادة في نهاية المواسم (٧١/ ٧٢-٩٢/ ٩٣) في حـدود (٣٢٦٪) تقريبـا، أي أكـثر من (٤) أضـعـاف، ويوحي هذا إلى أن



شكل رقم (٦-٢٢)

تطور الكميات المستخرجة من المياه الجوفية والمستهلكة في ري المحاصيل الزراعية للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٣/٩٢)

الزراعة في قطر استهلكت في عام ١٩٧٦ - على سبيل المثال - أكثر من (٨٠٪) من إجمالي المياه المستهلكة في الدولة، انخفضت هذه النسبة في عام ١٩٨٥ إلى (٦٠٪) حتى استقرت في عام ١٩٩٣ عند النسبة (٦٦,٦٪)، هذا التذبذب لا يعني أن الكمية المستخدمة في الزراعة قد طرأ عليها تراجع في الإنتاج، وإنما لمقارنتها مع الإنتاج الكلي للمياه العذبة (طبيعية ومقطرة)، وخاصة الإنتاج المتزايد من محطتي إزالة ملوحة مياه البحر.

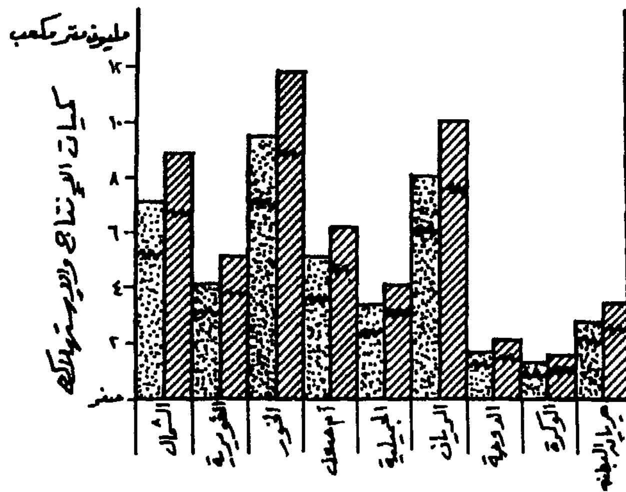
(ب) بلغ المعدل الموسمي العام لكمية المياه الجوفية العذبة المستخدمة في الزراعة على مدى (٢١) عاما حوالي (٩٥,٨٥) مليون م٣، هذه الكمية تعادل وفق التقديرات التي تم حسابها كتغذية مباشرة للخزان الجوفي حوالي (٣٣,٦٪)، وتمثل في حدود (١٧,٨٪) من مياه الأمطار المكتسبة عموما، ولكنها بمعيار المكتسب في كل موسم، فإنها ترتبط بحجم التساقط في هذا الموسم أو ذاك، وسيتضح هذا من خلال دراستها على مستوى المناطق.

(جـ) يبدو أن معدلات الزيادة الموسمية في كمية المياه العذبة المنتجة لأغراض الزراعة تتفاوت بين موسم وآخر، فقد بلغت هذه الزيادة أدناها في الموسم (٧٩/ ٨٠) حوالي (٠,٦٧) مليون م٣، بينما بلغت أقصاها في الموسم (٨٣/ ٨٤) في حدود (١٦,٨٨) مليون م٣، وينطبق هذا على الموسم (٩١/ ٩٢) بزيادة قدرها (١٦,٧٥) مليون م٣، ولهذه الزيادة علاقة بالمساحة المحصولية وأنواع الزراعات وطريقة الري المستخدمة.

(د) تقدر كمية المياه الجوفية العذبة المستخدمة في ري المحاصيل الشتوية في حدود (٤٢,٧٩) مليون م٣ (معدل عام)، أي ما نسبته (٤٤,٦٪) من المعدل الموسمي للإنتاج، وهي مقارنة بحجم التغذية المباشرة تشكل (١٥٪)، ولكنها قياسا بالمكتسب من مياه الأمطار تضاهي (٧,٩٪). ولعل هذه الخصائص توحي بشيء من الاطمئنان إذا جادت السماء بمائها، واحتفظت الأرض بعذب مخزونها، وفاضت الآبار بإنتاجها، والعكس صحيح.

(هـ) أما إنتاج المياه العذبة على مستوى المناطق واستخدامها لأغراض الزراعة، فيمكن تصنيفها إلى ثلاث فئات: **(الشكل رقم ٦-٢٣)**

كمية المياه الجوفية المستخرجة شتاءً (معدل مليون م٣)
" " " صيفاً (" ")
" " المستهلكة في ري المحاصيل الزراعية (مليون م٣)



شكل رقم (٦-٢٣)
معدلات الإنتاج والاستهلاك من المياه الجوفية صيفاً وشتاءً للمواسم (٧١/٧٢-٩٢/٩٣) موزعة حسب مناطق قطر

١- فئة يزيد إنتاجها من المياه الجوفية العذبة (معدل عام) شتاء أو صيفا على (٧) مليون م٣، وتمثلها كل من مناطق الخور والريان والشمال، وهي المناطق التي تحظى بتركز زراعي مكثف، إذ يبلغ عدد المزارع النشطة فيها ما بين (١٧٨، ١٥٠، ١٣٠) مزرعة، بمساحة محصولية تتراوح بين (١٨٦٨٢، ١١٤١٩، ١٢٥٤٣) دونما تقريبا على التوالي.

٢- فئة يتراوح إنتاج آبارها من المياه الجوفية العذبة (معدل عام) شتاء أو صيفا بين (٤-٧) مليون م٣، وتمثلها منطقتا أم صلال والغويرية، هاتان المنطقتان تشغل أراضيهما (٩٥، ٥٦) مزرعة، بمساحة محصولية تتراوح

بين (٧٩٢٤ و ١٢٥٢٠) دونما، ويلاحظ أن المساحة المحصولية في منطقة الغويرية رغم محدودية المزارع تفوق نظيرتها في أم صلال، وأن كمية المياه الجوفية العذبة المخصصة لري هذه المساحة في الغويرية أقل منها في أم صلال، حيث تبلغ (٤,١٤) مليون م٣ شتاء، (٥,١٣) مليون م٣ صيفا، وقد يرجع ذلك إلى طريقة الري أو إلى أن التكوينات في منطقة الغويرية تطغى عليها الرواسب الناعمة، بمعنى أن التربة ذات قوام دقيق أو متوسط تحتفظ بالمياه ولا تتسرب بسرعة، وبالمقابل تتميز تربة أم صلال ذات النسيج الحبيبي بدرجة نفاذية تفوق ما شهدنا في تربة الغويرية.

٣- فئة تشغل مساحة أراضيها حوالي (٦٤,١٪) من مساحة قطر، وتضم بالإضافة إلى منطقة الدوحة كلا من الوكرة والجميلية وجريان البطنة، ولكنها لا تحتوي من المزارع إلا على (٢٩,٧٪) بمساحة محصولية إجمالية قدرت في حدود (٩٧٨٥) دونما، أي بنسبة تبلغ (١٣,٤٪)، وبذلك تزيد قليلا على المساحة المحصولية لمنطقة أم صلال منفردة، وتحديدا بحوالي (٢,٥٪) فقط، هذه النتائج تؤكد على ما ذهبنا إليه بأن الشمال القطري ينال نصيبا وافرا من المياه الجوفية العذبة، ومن التربات الصالحة للزراعة، ومن التركز العمراني والكثافة السكانية، ناهيك عن حظه من طرق المواصلات والخدمات وما يتمتع به من مزايا مناخية.

(و) ذكرنا في بداية عرضنا لاستخدامات المياه الجوفية العذبة لأغراض الزراعة أن (٢٥٪) من الكميات المستخرجة تعود ثانية لخزان المياه الجوفية، على اعتبار أنها الكمية الفائضة عن حاجة النباتات بعد ريها، ولهذا يتضح لنا أن الكمية العائدة تتفاوت من منطقة إلى أخرى، ومن موسم محصولي إلى آخر (شتاء أو صيفا)، وبهذا تتناسب طرديا مع المنتج من المياه، بيد أن هذه الكمية قد تخالف هذا المنحى إذا حاولنا تفسيرها من وجهة نظر الأنماط الزراعية، وهذا ما يتطلب بيانات عن مختلف أنواع المحاصيل أو النباتات التي تتم زراعتها في منطقة قطر وهو ما لا يمكن تحقيقه في هذا المقام.



جـ/ ٥ استخدامات مياه الصرف المعالجة:

من البديهيات أن يفطن المشرعـون والمخططون في دولة كقطر تتمتع بمزايا المناخ الصحـراوي وما يترتب على ذلك من نـدرة الأمطار وقلة المصادر وضآلة مـوارد المياه ومحدوديتـها، فبادرت الدولة - كي تستفـيد من مياه الصرف وتستـغل ما أنشأته من شبكات رئيسـة للمجاري - إلى إنشاء محطة لتنقـية ومعالجة ميـاه الصرف في منطقة النعيجة التي تقع على بعد (٦) كم من الدوحة، وقد أخذ الإنتاج يتزايد منذ استكمال إنشـاء المحطة في عام ١٩٧٤ إلى أن بلغ مـجـموع الإنتـاج في عام ١٩٨٠ حـوالي (٣٠٠٠٠) م٣/ اليوم، أي (١٠,٩٥) مليون م٣ في السنة، ويبدو أن هذه الكمية لم تتحـقق، إذ بلغت عام ١٩٨٠ (٤٥٠٠) م٣/ اليـوم، أي (١,٦٤٣) مليون م٣، مع تركز للأملاح بلغ نحوا من (٢٨٠٠) مللجم/ اللتر، ونسـبة الأملاح هذه لها علاقة Accruing بتسرب مياه المجاري الممتدة على طول الشاطئ الأمامي لمدينة الدوحة، أو ما يمكن تسميته ببراح المد العالي Foreshore of High Tide.

اقترحت جهات عددة مواقع بديلة لتطوير ما يتراوح بين (١٠٠٠ و ١٦٠٠) هكتار، يتم ري مـحاصيلها بمـياه الصرف المعالجـة، من بينها المركز الفني للتنمـية الصناعية (I.D.T.C)، وفي فبـراير من ١٩٨٠ تقدم القائمون على تطويـر مصادر المياه الجوفية باقتراح يقـضي بنقل مياه الصرف المعالجة إلى منطقة مجاورة للعشرة Al-'Ashrah الواقـعة على بعـد (٦٠) كم إلى الغـرب من الدوحة، هذه المنطقـة تشـغل في حـدود (١٨٦) كم٢، وأن إجـمـالي الأراضي القـابلـة للزراعـة تبلغ (١٠٨٤) هكتـارا تقع ضمن (٣١٠) منـخفـضات، وقـد تستـغل تربتـها لإنتـاج مجمـوعة محاصـيل مختلفة من بينهـا: مجموعـة الحبوب Cereals، الخضروات Vegetables، علاوة عـلى الأعلاف الخـضراء Green Fodder وأشـجار النخـيل Date Plam التي تزود مؤسسـة تربية المواشي المتفردة بصناعـة الألبان ومشتـقاتها، كما أنها تدعم الصناعات الخـفيفة القائمة على الزراعة، كتجـفيف التمور وتخزين المحاصيل، وتتمـيز هذه المنطقة - إضافة إلى ما سـبق - بأنها في منأى عن المراكز العمرانية للسكان الحضر أو المدر.

وفي منطقـة وادي جـلال - الركيـة الواقعـة في وسط الجنوب عند الطرف الشمـالي لهضبة صـخرية يتراوح ارتفاع سطحـها بين (٦٥-٧٥) م فوق مسـتوى



سطح البحر، حيث القشرة السطحية من التربة تتركب من الحصى والرمال المفككة، بينما تحتوي التربة التي لا يزيد سمكها على متر واحد على كمية مقبولة من الجبس، وهي أكثر تماسكا من سابقتها، وتتميز كيميائيا بأنها قليلة الملوحة، مع وجود بقع منعزلة يتركز فيها الكبريت والكلورايد موزعة بشكل عشوائي، والسطح بوجه عام متموج Undulating، يخلو من النباتات، ويعلو قليلا عن المعدل العام لسطح قطر، ولهذا يتميز بدرجة تصريف جيدة، الأمر الذي قد يجعله من وجهة النظر الزراعية مناسبا، ومع وجود الجبس فإن التربة تصلح لزراعة الحبوب Grains والأعلاف، ولكنها لا تصلح لزراعة الخضروات والفاكهة.

انتقلت الزراعة من مجرد امتلاك مزارع لممارسة إحدى الهوايات إلى مزارع الكفاءة الإنتاجية مرورا بمزارع الكفاية الأسرية، وكان من بين هذه المزارع ما تم إنشاؤه في منطقة وادي العريق الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي من شبه جزيرة قطر من محطة للتجارب الزراعية، ومزرعة لتربية الأغنام في «أبو سمرة»، والذي تهمنا دراسته أن هذه المزارع تعتمد على المياه الجوفية المالحة Brackish Groundwater التي تختزنها طبقة العلات (عضو أبروق)، ومن المعلوم أن طبقة العلات تستمد مياهها من العربية السعودية، وأنها بحكم البنية المحلية تقع تحت تأثير ضغط إرتوازي يتراوح ما بين (٤-٦) أمتار فوق مستوى سطح البحر (إكلستون، ١٩٨١، ص١٤/ ١٢)، فكمية الإنتاج من المياه الجوفية ينبغي ألا تزيد على (٢) مليون م٣، هذه المياه يبدو أن ملوحتها تتراوح بين (٥٠٠٠-٧٥٠٠) توصيل كهربي، ومن الشواهد ما يشير إلى أن استخراج المياه الجوفية من الطبقة الخازنة أدى - على مدى (٣٠) عاما - إلى تحسن حدي في نوعية المياه، وقد يستفاد من مياهها عنى المدى القريب في ري حوالي (٥٠٠٠) هكتار ذي تربة رملية، تتم زراعتها بمحاصيل وافرة الإنتاج.

ولو تم - على سبيل الفرض - خلط مياه الصرف المعالجة بمياه طبقة العلات، فإنه من الناحية الفنية ممكنا، ولكنه هيدروكيميائيا قد يزيد الخليط ملوحة، ما دامت الكميات المنتجة قليلة، ولكي يكون الخليط ذا جدوى اقتصادية، لابد من استغلال المياه الجوفية لطبقة أم الراضومة الواقعة على عمق (١٨٠) م من سطح الأرض، هذه

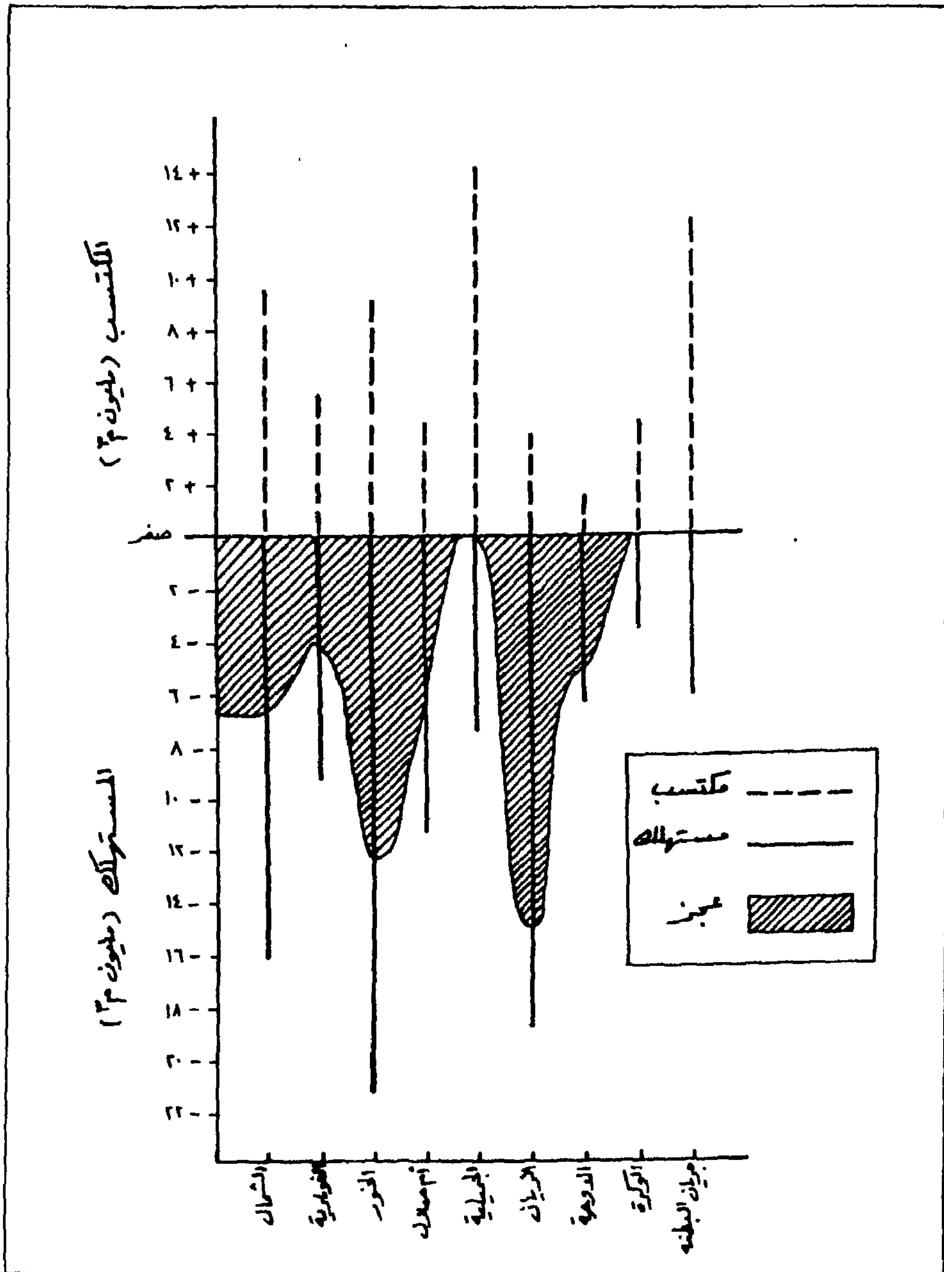


الطبقة تختزن موردا مـائيا وافرا، تنتج في حدود (١٧) مليون م٣/السنة (إكلستون، ١٩٨١، ص١٤/١٤)، بملوحة تصل إلى (٢٧٠٠٠) تـوصيل كهـربي، تقل باتجاه الجنوب وخاصة علـى طول طريق أبو ظبي فتبلغ (١٥٠٠٠) توصيل كـهربي، وقد تظهر بـعض المشاكل من هذه التـوليفة، إلا أن برنامـج الحاسوب الذي اسـتخـدمه (إكلستون) قدم أفضل الحلول المتمثلة في توفير (١٩,١٧) مليون م٣ من مياه الصرف المعالجة، بملوحة تبلغ (٢٠٠٠) توصيل كهربي، وحوالي (١,٣) مليون م٣ من المياه الجوفـية لطبـقة العـلات ذات الملوحة (٥٠٠٠) توصـيل كهربي، ومـا لا يقل عن (١٦,٧٣) مليون م٣ من الميـاه الجوفيـة لطبقة أم الراضـومة التي تبلغ ملوحتـها في حدود (١٥٠٠) توصيل كـهربي، هذه الكميات من الميـاه تستغل في ري (٢١٠٠) هكتار لزراعة الحبوب والأعلاف والذرة الرفيعة والبرسيم.

د/ ٥ موازنة المياه الجوفية:

١- الموازنة الأفقية للمياه الجوفية (حسب المناطق): (شكل رقم ٦-٢٤)

أشرنا سـابقا إلى أن الكميـات التي يكتسـبها المخـزون الجوفي في قطر هي مجموع حجم التغذية والجريان (مباشر وغير مباشر)، وتؤلف هذه الكميات رصيدا جديدا تتزود به المياه الجوفية المختـزنة في باطن الأرض، لتعوض ما قد تفقده، أما المستـهلك من المياه الجوفيـة فهو مـجموع ما يسـتغله السكان للشرب وأغـراضهم المنزلية، وما تحتاجه الزراعة بالإضافة إلى الفواقد عن طريقي التبخر والتشبع، وهي جميعا تم تقديرها سابقا، ونجدول نتائجها كالتالي:



شكل رقم (٦-٢٤)

موازنة المياه الجوفية وكمية العجز (مليون م٣) للمواسم (٧١/٧٢- ٩١/٩٢) موزعة حسب مناطق قطر

جدول رقم (٦-٢٨)

موازنة المياه الجوفية للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) مليون م٣ موزعة حسب مناطق قطر

المنطقة	شمال	غويرية	خور	أم صلال	جميلية	ريان	دوحة	وكرة	بطنة	مج
مكتسب	٩,٣٥	٥,٢٤	٨,٩٧	٤,٢٠	١٣,٨٣	٣,٧٦	١,٣٢	٤,٢٦	١١,٩٧	٦٢,٩٠
تغذية مباشرة	١,٥٦	٠,٨٧	١,٤٩	٠,٧٠	٦,٣٠	٢,٦٣	٠,٧٢	٣,٧١	٩,١٠	٢٧,٠٨
تغذية غير مباشرة	٧,٧٩	٤,٣٧	٧,٤٨	٣,٥٠	٧,٥٣	١,١٣	٠,٦٠	٠,٥٥	٢,٨٧	٣٥,٨٢
مستهلك	١٦,٠٨	٩,٢٨	٢١,٣٥	١١,٣٠	٧,٤٨	١٨,٨٢	٦,٣٤	٢,٩٥	٦,١٦	٩٩,٧٦
الزراعة	١٦,٠٢	٩,٢٦	٢١,٢٣	١١,١٨	٧,٣٨	١٨,١٠	٣,٧٧	٢,٧٨	٦,١٣	٩٥,٨٥
السكان	٠,٠٦	٠,٠٢	٠,١٢	٠,١٢	٠,١٠	٠,٧٢	٢,٥٧	٠,١٧	٠,٠٣	٣,٩١
العجز	-٦,٧٣	-٤,٠٤	-١٢,٣٨	-٧,١٠	+٦,٣٥	-١٥,٠٦	-٥,٠٢	+١,٣١	+٥,٨١	-٣٦,٨٦

يتبين من (الجدول رقم ٦-٢٨) و (الشكل رقم ٦-٢٤) ما يلي:

١- هناك عجز على مستوى مناطق قطر بلغ معدله العام على مدى المواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) حوالي (-٣٦,٨٦) مليون م٣، هذه الكمية تعادل (٤٥,١٪) من حجم المخزون الجوفي العام في قطر، إلا أن هذا المخزون لم يتم تقديره نظرا لتركز حقول آبار المياه العذبة في النصف الشمالي.

٢- إذا اقتصرنا المعالجة على مناطق النصف الشمالي فسيبلغ معدل التغذية السنوية حوالي (٤٣,٢٢)مليون م٣، ومعدل الاستهلاك الموسمي(٨٧,٤٠)مليون م٣، وعليه يساوي معدل العجز السنوي (-٤٤,١٨) مليون م٣، فإن مجموع ما استهلك على مدى (٢١) عاما يبلغ (٩٢٨) مليون م٣، فيتبقى من المخزون الجوفي ما كميته (١٦١٢) مليون م٣، هذا المخزون الجوفي سينضب على أساس المعدل السابق بعد (٣٦,٥) عاما تقريبا ابتداء من الفترة (٩١/ ٩٢)، أي في العام (٢٠٢٩)، وأن نوعية المياه ستتدهور نتيجة السحب والاستنزاف، وتغلغل المياه المالحة أفقيا من الخليج، ورأسيا من الطبقات السفلى، وبهذا قد لا تصلح للزراعة بعد أقل من (١٨,٥) عاما، أي في العام (٢٠١١)، والله أعلم.

٣- يلاحظ أن أكثر المناطق عجزا في المياه الجوفية منطقتا الريان(-٦٠ ,١٥)مليون م٣، والخـور (-١٢,٣٨) مليـون م٣، وذلك لتـزايد السكان بشكل يلـفت النظر في الأولى، ولكثافة المزارع واستنزاف المياه الجوفية في الثانية (شكل رقم ٦-٢٤).

٤- يتمتع النصف الجنوبـي (منطقتا الوكرة وجريان البطنة)، بالإضـافة إلى الساحل الغربي جنوب الإحـداثي (٤٤) شمالا (منطقة الجـميلية) بفائض مـائي يتراوح معدله ما بين (+١,٣١، +٥,٨١، +٦,٣٥) مليون م٣ على التوالي، وتشكل هذه الكمية مجتمعة (١٧,١٪) من المعدل السنوي العام لمجموع حجم التساقط البالغ (٧٩) مليون م٣، وحـوالي (٦٨,٤٪) من مجموع حجم التـغذية لخزان النصف الجنـوبي البالغ (١٩,٧٠) مليون م٣، وترجع أسباب هذا الفائض إلى قلة السكان والزراعة معا مما لا يشكل ضغطا على المياه الجوفية.

٥- يظهر السـاحل الشرقي ابتداء من منطقة الشـمال حتى منطقـة الدوحة ومروراً بمنطقتي الخور وأم صـلال عكس ما شهدْناه على الساحل الغـربي، فمن جراء الاستنزاف المتواصل للمـياه الجوفية العذبة نتـيجة تركز بين (٨٥٪ و ٥٣,٧٪) من السكان فيما بين (١٩٧٠ و ١٩٩٢)، وانتشار غالبية المزارع، نلاحظ عجزا تبلغ نسـبتـه (٣٩,٥٪) من المعدل السـنوي العام لمجـموع حـجم التسـاقط، وحوالي (٧٧,١٪) من معدل التغذية لخزان النصف الشمالي.

٦- استنزفت الزراعـة في قطر معدلا سنويا قـدر خلال المواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) بحوالي (٩٥,٨٥) مـليون م٣، هذه الكميـة تعادل أكـثر* من (١,٥) مـرة قدر معدل التـغذية، وهذا يعني أن هناك عجزا تبلغ كميـته (-٣٢,٩٣) مليون م٣، وهو يشكل (ثلث) المستهلك لأغراض الزراعة، و (نصف) حجم التغذية تقريبا، ولكي يتم تعويضه كنا نطمع أن يرسل الله السماء علينا مـدرارة بكميات إضافية لكل منطقة خلال المواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) تتراوح بين (١١-٣٠٥,٨) ملم، ولكن الواقع غير ذلك، إذ يقل المعدل كثيـرا في بعض الأعوام فينجم عنه عجز مستمـر في المخزون الجوفي، وهبوط في مستوى المياه الجـوفية حتى أنه لا يزيد على (٤) أمتـار فوق منسوب البحـر في النصف الشمالي، وارتفاع مـتزايد في الملوحة منذ عام ١٩٧١ بمعدل يتراوح بين (٥٪-٧٪) في السنة (إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، ص٦٦).

٧- تبين من (شكل رقم ٦-٢٣) أن هناك فرقا يبلـغ (١٠,٢٧) مليون م٣ بين ما يستغـل في الأغراض الزراعية صيـفا عنه شتاء، هذه الكمـية تمثل (١٠,٧٪) قياسا بالمستخرج لري الزراعات المختلفـة، وتعادل تقريبا (٣) أضعاف مجموع المعدل السنوي العام المستهلك من المياه العذبة للشرب البالغ (٣,٨٩)مليون م٣ للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢)، كما أنه يضـاهي (١٦,٣٪) من المتوسط العام للتغذية البالغ (٦٢,٩٢) مليون م٣.

٢- الموازنة الرأسية للمياه الجوفية (حسب مواسم المطر):

عرضنا في السـابق الموازنة الأفقيـة، ونحاول فيـما يلي دراسة مـوازنة المياه الجوفية رأسيا وذلك من خـلال المعطيات التي بنيت عليها هذه الموازنة، حيث تبين وفق ما أورده (**إبراهيم حرحش وعبد الرحمن محمد يوسف، ١٩٨٥، ص٤٧**) أن المخزون الجوفي للمواسم (٧١/ ٧٢) يقدر بحوالي (٢٥٠٠) مليون م٣، بينما ذكرا (ص٦٦) في نفس المؤلف أن المخـزون الجوفي للقسم الشـمالي حـسب الدراسات السابقة للفترة ١٩٧١ قدر بحـوالي (٢٥٤٠) مليون م٣ من المياه الصالحة للزراعة، وما دامت الكميـتان متقاربتين وتقديريتين، فـقد اعتمدنا الكمـية الأخيرة (٢٥٤٠) مليون م٣ لتكون أساس المخزون الجوفي للطبقـات الجيولوجية في النصف الشمالي لشبه جزيرة قطر، وبناء عليه نعرض الموازنة كالتالي:

جدول رقم (٦-٢٩)

الموازنة الرأسية للمياه الجوفية للمواسم (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) (مليون متر مكعب)

المواسم	أصل المخزون	حجم التغذية	ما آل إليه المخزون الجوفي	الاستهلاك			صافي المخزون
				زراعة	شرب	مجموع	
٧٢/٧١	٢٥٤٠,٠٠	٣٦,٧٦	٢٥٧٦,٧٦	٣٧,١٤	٢,٥٨	٣٩,٧٢	٢٥٣٧,٠٤
٧٣/٧٢	٢٥٣٧,٠٤	١١,٠٩	٢٥٤٨,١٣	٣٩,٧١	٣,٨٤	٤٣,٥٥	٢٥٠٤,٥٨
٧٤/٧٣	٢٥٠٤,٥٨	٢٢,٩٤	٢٥٢٧,٥٢	٤٤,٧٦	٤,٢٦	٤٩,٠٢	٢٤٧٨,٥٠
٧٥/٧٤	٢٤٧٨,٥٠	٣٣,٦٦	٢٥١٢,١٦	٤٨,٠٦	٤,٣٣	٥٢,٣٩	٢٤٥٩,٧٧
٧٦/٧٥	٢٤٥٩,٧٧	٨٢,٩٩	٢٥٤٢,٧٦	٥١,٩٦	٦,٢١	٥٨,١٧	٢٤٨٤,٥٩
٧٧/٧٦	٢٤٨٤,٥٩	٦٣,٤٩	٢٥٤٨,٠٨	٥٥,٣٦	٦,٠٧	٦١,٤٣	٢٤٨٦,٦٥
٧٨/٧٧	٢٤٨٦,٦٥	١٦,٧٥	٢٥٠٣,٤٠	٥٩,٢٤	٦,٠٠	٦٥,٢٤	٢٤٣٨,١٦
٧٩/٧٨	٢٤٣٨,١٦	٣١,٢٩	٢٤٦٩,٤٥	٦٠,٩٦	٥,٤٠	٦٦,٣٦	٢٤٠٣,٠٩
٨٠/٧٩	٢٤٠٣,٠٩	٤٢,٥٩	٢٤٤٥,٦٨	٦١,٥٥	٤,٠٧	٦٥,٦٢	٢٣٨٠,٠٦
٨١/٨٠	٢٣٨٠,٠٦	١٧,٩٤	٢٣٩٨,٠٠	٦٧,٥٩	١,١٧	٦٨,٧٦	٢٣٢٩,٢٤
٨٢/٨١	٢٣٢٩,٢٤	٥٦,٥٢	٢٣٨٥,٧٦	٧٤,٢٩	٥,٢٢	٧٩,٥١	٢٣٠٦,٢٥
٨٣/٨٢	٢٣٠٦,٢٥	١٠٠,٣٩	٢٤٠٦,٦٤	٧٩,٦٢	٥,٣٤	٨٤,٩٦	٢٣٢١,٦٨
٨٤/٨٣	٢٣٢١,٦٨	٢٠,١٧	٢٣٤١,٨٥	٩٤,٣٩	٥,٠٩	٩٩,٤٨	٢٢٤٢,٣٧
٨٥/٨٤	٢٢٤٢,٣٧	٨,٣٧	٢٢٥٠,٧٤	١٠٠,٩٧	٥,١٧	١٠٦,١٤	٢١٤٤,٦٠
٨٦/٨٥	٢١٤٤,٦٠	٤٥,٤٤	٢١٩٠,٠٤	١٠٢,٨٢	١,٦٠	١٠٤,٤٢	٢٠٨٥,٦٢
٨٧/٨٦	٢٠٨٥,٦٢	٥٦,٣١	٢١٤١,٩٣	١١١,٢٤	١,٥٢	١١٢,٧٦	٢٠٢٩,١٧
٨٨/٨٧	٢٠٢٩,١٧	٩٤,٤١	٢١٢٣,٥٨	١٢٢,١٧	١,٧٥	١٢٣,٩٢	١٩٩٩,٦٦
٨٩/٨٨	١٩٩٩,٦٦	١٧,٦٤	٢٠١٧,٣٠	١٢٦,٤٢	٣,٨٠	١٣٠,٢٢	١٨٨٧,٠٨
٩٠/٨٩	١٨٨٧,٠٨	٧٦,٢٥	١٩٦٣,٣٣	١٣٢,٣٦	٤,٠٤	١٣٦,٤٠	١٨٢٦,٩٣
٩١/٩٠	١٨٢٦,٩٣	٣١,٤٣	١٨٥٨,٣٦	١٣٦,٠٩	٢,٤٢	١٣٨,٥١	١٧١٩,٨٥
٩٢/٩١	١٧١٩,٨٥	٤١,١٦	١٧٦١,٠١	١٥٠,٧٣	١,٨٩	١٥٢,٦٢	١٦٠٨,٣٩
المجموع		٩٠٧,٥٩		١٧٥٧,٤٣	٨١,٧٧	١٨٣٩,٢٠	
المتوسط		٤٣,٢٢		٨٣,٦٩	٣,٨٩	٨٧,٥٨	

ملاحظة: قد تختلف بعض الأرقام أثناء العمليات الحسابية بسبب التقريب، مما قد يؤدي إلى فروقات بسيطة عند استخلاص النتائج، وهو في اعتقادي لا يفسد للمحصلة تماثلها ودقتها.

من (الجدول رقم ٦-٢٩) نستخلص التالي:

١- يلاحظ أن المتوسط الموسمي لحجم استهلاك المياه الجوفية يساوي أكثر من (ضعف) المتوسط الموسمي لحجم التغذية ضمن الخزان الجوفي الشمالي، وقد تبين من خلال التجارب التي أجريت على آبار المراقبة التي حفرت في بعض

المزارع الحكومية في النصف الشمالي أن معدل تغذية الحوض الجوفي يمكن أن يزيد بنسبة(٣٠٪)من معدل الكمية المغذية للحوض الجوفي، فإذا اعتبرنا أن معدل الكمية تبلغ(٤٣,٢٢)مليون م٣، فإن الزيادة السنوية تصبح(١٣)مليون م٣، وهذه الكمية تعمل نوعا ما على تعديل الميزان المائي الجوفي وتُصْلِحُ منه.

٢- يتضح من واقع البيانات أن صافي كمية المخزون الجوفي بلغت في نهاية الموسم (٩١/٩٢) حوالي (١٦٠٨,٣٩) مليون م٣، ويعني هذا أن كمية المياه الجوفية المستهلكة بلغت على مدى (٢١) موسماً (٦١ ٩٣١) مليون م٣، أي بنسبة (٣٦,٧٪) من حجم المخزون الجوفي الشمالي، وفي حدود (٧٠,٥٪) من مجموع حجم التغذية في قطر البالغ (١٣٢١,١٥) مليون م٣.

٣- يوحي ما ورد في البند (٢) أن صافي كمية المخزون الجوفي وفق معدلات التغذية (٤٣,٢٢) مليون م٣، فإذا أضفنا الزيادة السنوية للتغذية الجوفية ومقدارها (١٣) مليون م٣ إلى المعدل العام للتغذية الموسمية على اعتبار أنها كمية ثابتة، فإن المعدل سيصبح (٤٣,٢٢ + ١٣ = ٥٦,٢٢) مليون م٣، وبالتالي ينخفض معدل العجز إلى (٣١,٣٦) مليون م٣، على أساس أن معدل الاستهلاك يبلغ (٨٧,٥٨) مليون م٣، وبإجراء عملية حسابية بسيطة سيتضح لنا أن صافي حجم المخزون المقدر في نهاية الفترة بحوالي (١٦٠٨,٣٩) مليون م٣، سينضب بعد (٣٦) موسما، أي في حدود عام (٢٠٤٣) والله أعلم، لذا وجب أخذ الاحتياطات اللازمة والعمل على حفر ما يمكن من آبار للاستفادة من كل قطرة ماء تجود بها السماء، والسعي نحو ضبط عمليات الإنتاج بتركيب عدادات على مجموعة الآبار المستغلة في قطر.

٤- من خلال حساب الفائض والعجز على مدى المواسم المعتمدة تبين أن العجز يسود الفترة كلها حيث بلغ (-٩٧٣,٩٢) مليون م٣، باستثناء المواسم (٧٥/٧٦ و٧٦/٧٧ و٨٢/٨٣) التي بلغ فيها مجموع الفائض (+٤٢,٣١) مليون م٣، وبهذا يكون مجموع صافي العجز (-٩٣١,٦١) مليون م٣، أي بمعدل سنوي بلغ (-٤٤,٣٦) مليون م٣.



٦- دراسة لبعض خصائص هيدروجيولوجية الآبار المستخدمة في الزراعة:

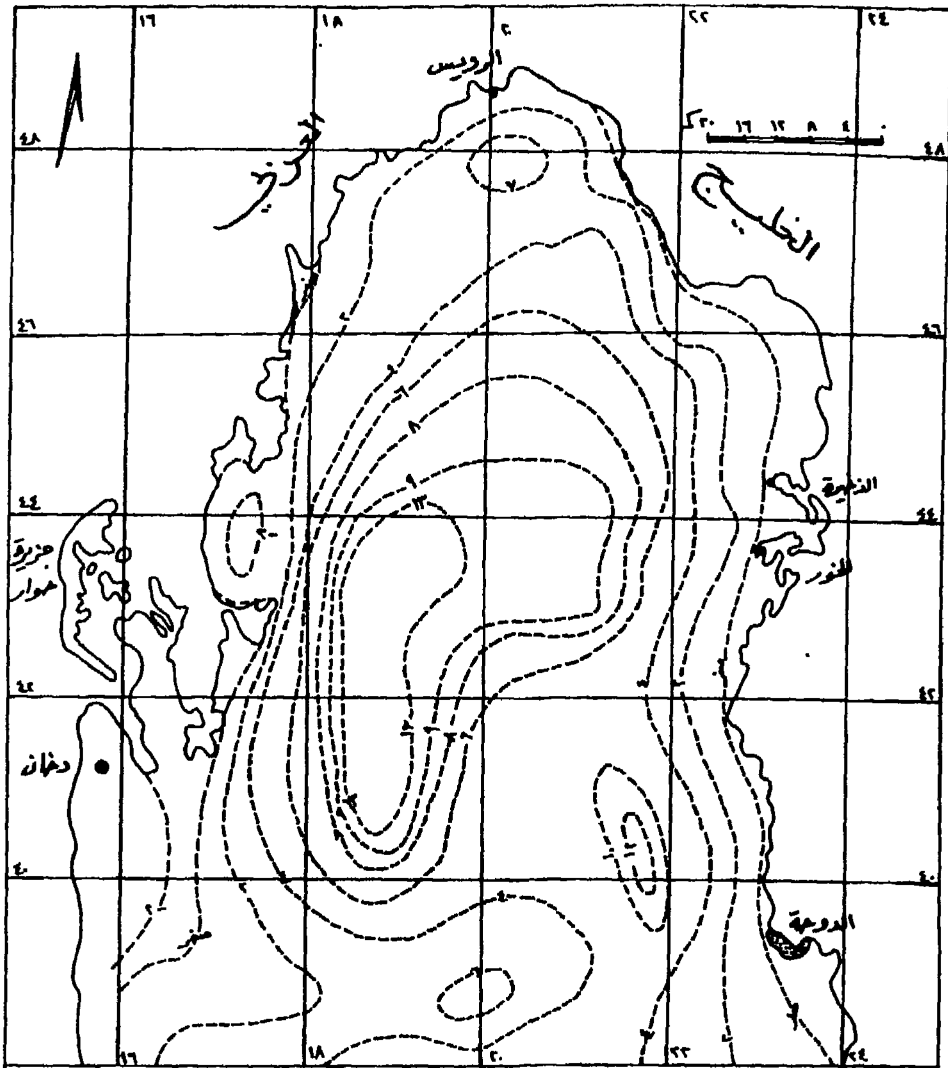
نحاول في هذا الجانب إلقاء الضوء على بعض خصائص هيدروجيولوجية الآبار ومن أهمها مستوى الماء الباطني والتغيرات التي حدثت، وحركة المياه الجوفية، والمعاملات الهيدروديناميية للخزان الجوفي وخاصة: معاملات النفاذية، ومعاملات السريان، ومعاملات التخزين.

٦/أ مستوى الماء الباطني: Piezometric Surface

على ضوء الخصائص الجيولوجية والبنيوية للطبقات الخازنة للمياه الجوفية التي تمت دراستها سابقا يتبين أن مستويات المياه الجوفية Phreatic Water Levels في النصف الشمالي من شبه جزيرة قطر وخاصة المناطق الداخلية تحدث ضمن تكوينات الرس، في حين تتمثل هذه المستويات على طول السواحل القطرية في تكوينات الدمام التي أوضعتها البنية الجيولوجية، وبهذا يتفق مستوى المياه الجوفية بصفة عامة مع طبوغرافية شبه جزيرة قطر، وفي الحوض الجنوبي تحدث تغيرات ذات بال في مستويات المياه الجوفية مردها في الغالب إلى التغيرات الجانبية Lateral والرأسية Vertical التي طرأت على الخصائص الليثولوجية للطبقات الحاوية للمياه الجوفية ونفاذية صخورها، هذا الوضع خلق تجمعات حبيسة من المياه بكميات مختلفة وعند مستويات متباينة ومتعددة، تفصلها على ما يبدو مناطق شاسعة Extensive Areas مما يوحي بخلوها من المياه الجوفية.

وقد أجرت شركة لوجراند أدسكو في الموسم (١٩٥٨/١٩٥٩) دراسة لمستوى المياه الجوفية، ولكنها تركزت على النصف الشمالي، فيما قام الفريق الذي يترأسه إكلستون بدراسة مستوى المياه الجوفية على مدى (١٠) سنوات، أي خلال الفترة بين (١٩٧١-١٩٨٠)، وما عدا ذلك لم نتمكن من الحصول على أي من التقارير المتعلقة بهذا الموضوع إذا وجدت، لذا سنحاول استخلاص بعض النتائج من خلال الخريطتين اللتين حصلنا عليهما لهاتين الدراستين، لنقف على مدى التغير الذي حدث لمستوى الماء الباطني عبر هذه الفترة.

يبدو أن (الخريطة رقم ٦-٢٥) أجريت عليها بعض التعديلات كي تتفق مع التفصيلات الطبوغرافية الدقيقة، وأن خطوط تساوي المياه الجوفية Groundwater Contours تم تبسيطها Smoothed كلما سمحت البيانات المتوافرة من خلال الآبار



شكل رقم (٦-٢٥)

خريطة مستوى الماء الباطني للنصف الشمالي لقطر (١٩٥٨)

الموجودة والحفر الاستكشافية، هذه البيانات تركز على مجموعة مصادر المياه الجوفية للمنخفضات الرئيسة، ولهذا فإن مستويات المياه تعكس بالتالي أثر الأمطار الغزيرة التي سقطت في يناير من عام ١٩٥٩، ورغم أن عدد مواقع أجهزة قياس الأمطار كانت محدودة لا تتعدى خمسة أجهزة وخاصة العاملة منها، فإن كمية الأمطار التي سقطت على كثير من مناطق قطر قد تراوحت بين (٧٥ و ١٠٠) ملم، ولهذه الكمية آثارها العشوائية على مستويات المياه الجوفية قبل سقوط الأمطار.

ومن الخريطة يمكن استخلاص الخصائص التالية:

١- يبدو أن هناك منطقتين يبلغ فيهما مستوى الماء الجوفي ذروته، حيث تتراوح المستويات بين (١٢، ١٣) مترا، تقع المنطقة الأولى إلى الشمال الغربي من الدوحة، وبالتحديد إلى الغرب من الإحداثي الرأسي (٢٢ق) وإلى الشمال من الإحداثي الأفقي (٤٠ش)، وتتركز في هذه المنطقة بعض حقول آبار المياه كالمزروعة وأبوحصية، ومن المحتمل أن يعزى تدني مستويات المياه الجوفية في المربع الذي يقع بين الإحداثيات (٢٠-٢٢) شرقا، (٤٠-٤٢) شمالا إلى الإفراط في استخراج المياه الجوفية من حقول آبار الخريب وأم القهاب.

٢- المنطقة الثانية التي يبلغ فيها مستوى المياه الجوفية ذروته (+١٣) م تقع إلى الغرب من محور شبه جزيرة قطر، هذا التركز نعزوه إلى انتشار الزراعة على طول الجانب الشرقي وخاصة منطقة الخور مما تتطلب استخراج كميات كبيرة من المياه الجوفية لتغطية الاحتياجات، الأمر الذي أدى إلى انخفاض مستوى الماء الجوفي في هذا الجانب وارتفاعه في الجانب المقابل.

٣- ظاهرة أخرى توحي بتدني مستويات المياه الجوفية في المربع الذي يمتد بين الإحداثيات (٢٠-٢٢) شرقا، (٣٨-٤٠) شمالا، والسبب في ذلك يرجع إلى عمليات استخراج المياه حول منطقة الريان ومعيذر والسيلية، كما أن المنطقة المحصورة بين الإحداثيين (٢٠) شرقا، (٣٩) شمالا شهدت انخفاضا في مستوى الماء الجوفي مرده إلى تركز استخراج المياه الجوفية من حقول آبار روضة راشد، وانتشار العديد من المزارع وخاصة في منطقة أم المواقع التي كانت تضم آنذاك أكثر من (١٠) مزارع عاملة، تستغل في حدود (٦٠) بئرا، تنتج أكثر من (١٠٠٠٠) م٣/ اليوم.

٤- يلاحظ أن الجزء الشمالي من قطر، إلى الشمال من الإحداثي (٤٤) شمالا، قد تعرض لانخفاض في مستوى الماء الجوفي نتيجة الاستغلال المبكر والمكثف للأراضي الصالحة للزراعة، حيث لا يزيد مستوى الماء الجوفي عند نقطة تقاطع الإحداثيين (٢٠) شرقا، (٤٨) شمالا على (٧) أمتار.

٥- هناك ظاهرة جديرة بالاهتمام وهي قيم مستويات المياه الجوفية التي تنخفض عن مستوى البحر، وهذه الظاهرة تنفرد بها سبخة دخان القارية الواقعة إلى

الشرق مباشرة من حدبة دخان، ومنطقة زغين البحث، وهي عبارة عن مسطحات ملحية تنخفض في حدود (-٥) أمتار عن منسوب مياه البحر، من هنا برزت أهميتها كمنطقة تصريف طبيعية للمياه الجوفية عن طريق التبخر.

٦- يقودنا ما جاء في البند رقم (٥) إلى إبراز علاقة التبخر بمستوى الماء الجوفي في مناطق السبخات، هذه العلاقة تتمثل في أن معدلات التبخر تتزايد نتيجة تزايد عمليات النشع والنز لقرب مستوى الماء الباطني من سطح السبخة، ومع تكرار عمليات التبخر تنخفض مستويات الماء الجوفي، وينبغي أن نشير إلى أن التبخر لا يحدث من أسطح السبخات كلها، وإنما في المسطحات التي تخلو من الطبقات والمخلفات الملحية، ولهذه المخلفات الملحية علاقة موجبة مع مستويات الماء الجوفي، فإن دورها يكمن في الحد من عمليات التبخر ولو لحين، مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب الماء الجوفي، فإذا ما أزالت الرياح بفعلها الطبقات الملحية الجافة بدأت الدورة من جديد. ومن المحتمل كما ذكر (**إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص١٠/ ١٤**) أن ما يزيد على(١٠) مليون م٣/ السنة يعتبر فاقدا بالتبخر، بهذه الطرائق عام ١٩٥٩، بيد أن هذه الكمية انخفضت عام ١٩٨٠ في حدود (٧) مليون م٣/ السنة، في الوقت الذي بدت فيه حالات اتزان دينامي مع انخفاض حركة المياه الجوفية باتجاه الساحل، أما بقية السبخات فتغطي أسطحها طبقات سميكة - ذات مغزى - من الغرين الجاف، ورمال ذرتها الرياح، ويعتقد بأنها ستستعيد نشاطها في هذا المجال وخاصة أنها تتبع انخفاض مستوى الماء مع الجنوح بعيدا عن حالات الاتزان الدينامي بين التصرف والتغذية.

٧- يتضح أن هناك تقوسين ذواتا معنى في خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية؛ ينطلق التقوس الأول من المنطقة التضاريسية السالبة للسبخة بالقرب من دخان باتجاه الشرق إلى أم المواقع، وينبعث التقوس الثاني الذي يبدو أقل حدة في تقوسه من الأول إلى الجنوب من مدينة الدوحة، ملامح هذه التقوسات قد تعزى إلى تزايد Enhancement النفاذية في تكوينات الرس خاصة المنطقة التي تشهد نشاطا في إذابة المتبخرات وتنحصر في النطاق الحدودي بين حوضي المياه

العذبة الشـمالي والجنوبي، وذلك في مرحلة سابقـة لتشكل الحفر الانـهيارية جميعهـا، وقد أدى هذا الوضع إلى نمط من أشكال الأرض المفرغة Deflated لحوض المياه الجوفية الشمالي.

بمقارنة ما سبق مع (خريطة رقم ٦-٢٦) نلاحظ التالي:

١- إلى الشمـال من الإحداثي (٣٨) شمـالا انخفض منسـوب المياه من (+١٣) م إلى (+٦) م وخاصـة في المنطقة الواقعـة إلى الغرب من وسط شبـه الجزيرة. ويقودنا هذا إلى التأكيد على أن المنطقة الواقعة إلى الغرب من الإحداثي (٢٠) شرقا، وما بين الإحـداثيين (٤٠، ٤١) شمالا قد بدأت تشهد نـشاطا زراعيا مكثفا، إضافة إلى ما يستخرج من المياه للأغراض المنزلية والصناعية.

٢- يتضح أن خريطة مناسـيب المياه لعام ١٩٨٠ (رقم ٦-٢٦) عبارة عن خريطة تمثل عملية دمج في جميع المواقع - باسـتثناء حقول الآبار - بين منسوب المياه الجوفيـة إقليميا لتكوينات أم الراضومـة الذي ينخفض من (+٥) م في الجنوب الغربي إلى (+٢) م في الشمال الشرقي لشـبه جزيرة قطر والذي يرتبط بعامل التخـزين وحركـة المياه الجوفـية الكامنة من العـربية السعـودية باتجاه الشـمال الشرقي وبين مستويات تكوين الرس التـي تعزى إلى الظروف التي تتعرض لها المياه الجوفـية الحالية من عمليـات التغذية والتصريف، والتي تتـأثر إضافة إلى الكميات المستخرجة من المياه الجوفية بالتغيرات السنوية في هذه الظروف.

٣- يقودنـا هذا إلى القول بأن مناطق تكوينات الـرس التي شهـدت انخفاضـا في مناسيب مياهها الجوفية Drawdown من جراء المغالاة في استخراجها وخاصة تلك التي تحاذي المنطقـة الساحلية، سـتغدو في نفس مـستوى مـياه تكوين أم الراضومة، وبهذا يُفْـتَحُ مجال جديد New Route أمام تصرف الميـاه الجوفية لتكوين أم الراضومـة صوب البحر، وعلى هذا الأسـاس فإن مستـويات المياه الجوفـية في المنطقـة الساحلية سـتصل إلى حـد تتوازن فيـه مع مسـتويات أم الراضومـة، فتكون الـنتيجـة تدهورا Deteriorate في نوعـية الميـاه الجوفـية الإقليمـية القابعة في تكويـن أم الراضومة، تماما كـما يحدث لعدسـات المياه الجوية Meteoric قليلة الانـتشار والسـماكـة Feather-Edge عندما تنكمش

شكل رقم (٦-٣٦)

عن: الكستون، ١٩٨٠

خريطة مستوى الماء الباطني لشبه جزيرة قطر لعام ١٩٨٠

وتتراجع باتجاه اليابسة في المناطق التي تنعدم فيها حالة التوازن بين ما كسبته من التغذية وما فقدته من التصريف (مقارنة الداخل بالخارج) (Recharge and discharge or Input and Output).

٤- يبدو لي أن قيم مناسيب المياه الجوفية التي تراوحت بين (١٢ و ٥) م في خريطة عام ١٩٥٩ (رقم ٦-٢٥)، والتي تحددها الإحداثيات (٢٠-٢٢) شرقا، (٤٠-٤٢) شمالا وتلك التي يمر بها الإحداثيان (٢٠) شرقا، (٤٨) شمالا، قد اختفت تماما من خريطة مناسيب المياه لعام ١٩٨٠ (رقم ٦-٢٦)، وحل مكانها خط تساوي مناسيب (٢) م أو ربما أقل، والسبب في ذلك يرجع كما ذكرنا إلى الإفراط في استخراج المياه الجوفية لأغراض منزلية أو لأغراض زراعية.

ومن استعراض خريطتي خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية التي أصدرتها إدارة البحوث الزراعية لعامي ١٩٧١، ١٩٨٨ (**الخريطتان رقما ٦-٢٧، ٦-٢٨**) سنلاحظ ما يلي:

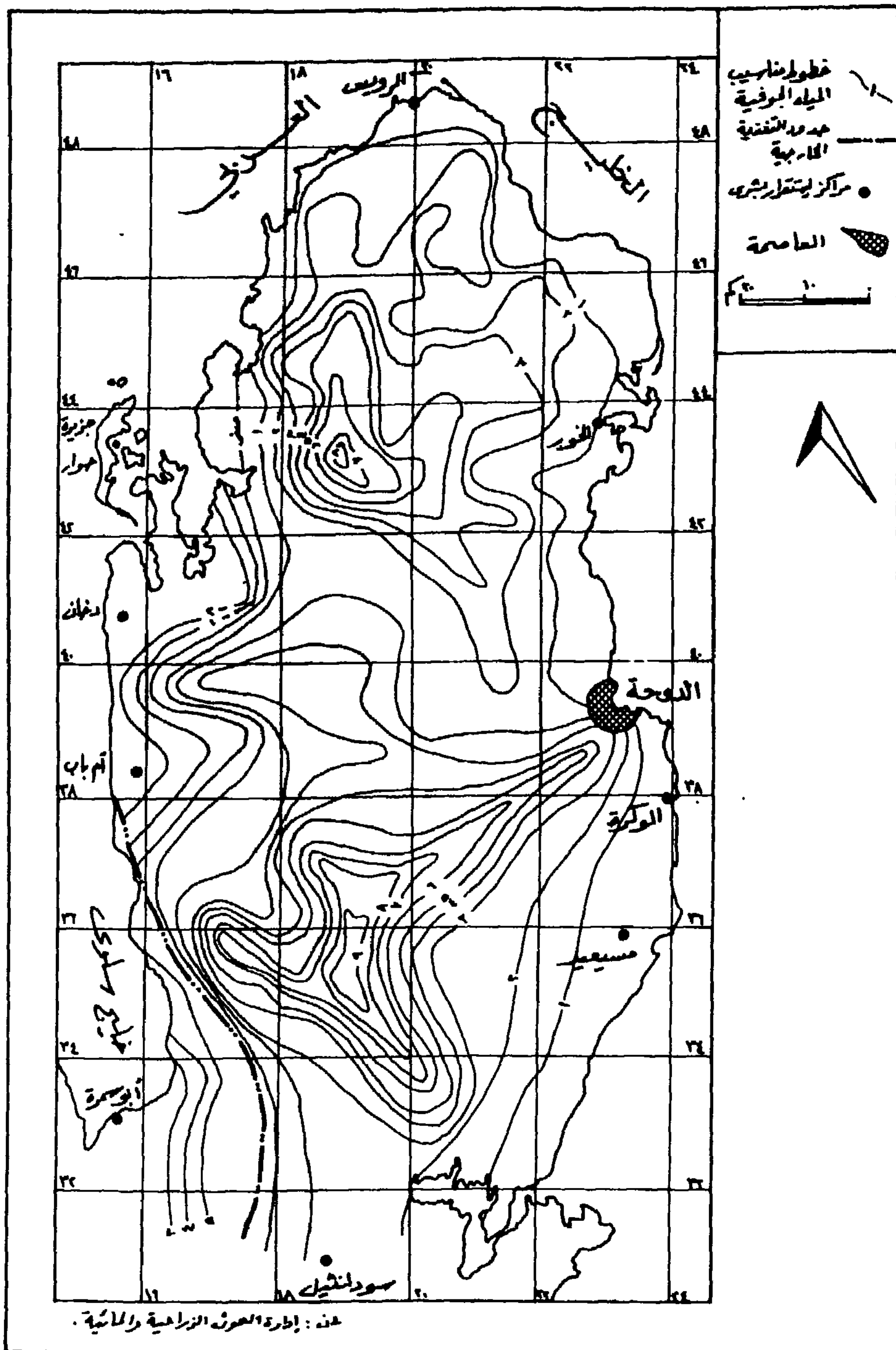
١- يبدو أن مناسيب عدسة المياه الجوفية الشمالية التي تتراوح في عام ١٩٧١ بين (٩ و ٣) أمتار، تغطي المنطقة التي تمتد بين الإحداثيين (٤٠، ٤٧) شمالا تقريبا، وبين الإحداثيين (١٨ و ٢٢) شرقا، اختلف الوضع في عام ١٩٨٨، حيث تقلصت المنطقة نتيجة السحب المتزايدة من الآبار والاستهلاك المفرط المواكب لعملية التطور الزراعي والتزايد السكاني، وبدأت تنكمش في رقعة باستثناء بعض الألسنة التي تقع بين الإحداثيين (٤٢-٤٥,٥) شمالا وبين الإحداثيين (١٨ و ٢٢) شرقا، وقد عمل ذلك لحساب فئة المناسيب التي تتراوح بين (٣ و ١) م، حيث انتشرت هذه الفئة من الإحداثي (٤٢) شمالا فيما بعد عام ١٩٧١ لتبلغ إلى ما هو الحال عليه في عام ١٩٨٨، وبذلك أحاطت بالفئة التي تتراوح بين (٣ و ٢) م، وبلغت أقصى امتداد لها نحو الشمال حتى الإحداثي (٤٨) شمالا، وربما تعدته في بعض المواقع.

٢- في الجزء الجنوبي الغربي تراوح مستوى الماء الجوفي في عام ١٩٧١ كذلك بين (٩ و٣) م فوق مستوى سطح البحر، وتمتد هذه الفئة بين الإحداثيات (٣٤ و٤٠) شمالا، (١٦ و٢٢) شرقا، يتبع هذه الفئة شريط ساحلي طولي يمتد بين الإحداثي (٣٢-٣٦) شمالا، وتتراوح المناسيب فيه بين (٤ و ٥)م، ولهذا

عن إدارة البحوث الزراعية والمائية

شكل رقم (٦-٢٧)

خريطة مناسيب المياه الجوفية (١٩٧١) لشبه جزيرة قطر



شكل رقم (٦ - ٢٨)

خريطة مناسيب المياه الجوفية (١٩٨٨) لشبه جزيرة قطر

الشريط علاقة وصلة بحركة المياه الجوفية القادمة من العربية السعودية، يختلف الوضع في عـام ١٩٨٨، إذ يبدو أن شبه جزيرة قطر شهدت خلاله أمطارا غزيرة وخاصة مناطق جريان البطنة والوكرة والجزء الجنوبي الشرقي من منطقة الريان ووسط منطقة الجميلية، ولهذا امتدت ألسنة من هذه الفئة باتجاه الجنوب الشرقي والشمال الشرقي والشمال الغربي لتصبح أكثر اتساعا مما كانت عليه في عام ١٩٧١، بحيث تحتل منطقة تمتد بين الإحداثيات (٣٣ و ٤٠) شمالا، (١٧ و ٢٣) شرقا، ومن الجدير بالملاحظة أن هذا الاتساع كان على حساب الفئة التي تتراوح فيها مناسيب المياه الجوفية بين (٢ و ١) م، كما أن منسوب المياه الجوفية في أقصى الطرف الجنوبي الغربي انخفض مترا واحدا خلال فترة (١٨) عاما والسبب في ذلك يرجع إلى الاستغلال المكثف للمياه الجوفية في منطقة وادي العريق، وأن التغذية الأفقية لم تكن بالدرجة الكافية التي تؤدي إلى نوع من التوازن لتعوض الكمية المستهلكة.

٣- يبدو أن فئة المناسيب الثالثة من (٢-١) م التي كانت سائدة في منطقة الدوحة اختفت وحلت محلها الفئة التي تقل عن (١) م، كما أن ذات الفئة التي كانت عبارة عن شريط ضيق يمتد إلى الغرب من الدوحة اتسعت في وسط قطر على حساب الفئة الثانية (٣-٢) م وذلك نتيجة استنزاف المياه الجوفية من آبار الشيحانية والعطورية والخريب ومنطقة الصنع.

٤- رغم أننا لم نتمكن من الحصول على خرائط حديثة لمناسيب المياه الجوفية وحجبها لسبب أو لآخر، إلا أن المؤشرات السابقة تنبئ بأن هذه المناسيب في تذبذب مستمر من عام إلى آخر، وأنها لم ولن تكون أحسن حالا فيما بعد عام ١٩٨٨ عن السنوات السابقة لها، بل ربما تكون أكثر تدهورا لأسباب منها تزايد أعداد السكان، وتطور المساحات الزراعية، والتركيز على تطوير عدد من الصناعات المرتبطة بالغاز الطبيعي، ومع ذلك فإن إصدار القوانين المنظمة لعمليات حفر الآبار، واستغلال المياه الجوفية، والإشراف الفاعل على المزارع وتنظيم عمليات الري واستخدام طرائق حديثة للحد من الاستنزاف العشوائي لها مما قد يحافظ على المستويات الحالية إذا لم تسمح بزيادتها.

ب/ ٦ التغيرات التي حدثت في مستويات المياه الجوفية:

لعل ما سبق يمهد لدراسة التغيرات التي حدثت لمناسيب المياه الجوفية خلال الفترة بين (١٩٧٢ و ١٩٨٨) كي نعزز ما ذهبنا إليه من تعليلات سبق وأن طرحناها في الصفحات الفائتة، وسنستخدم مجموعة من الخرائط أهمها:

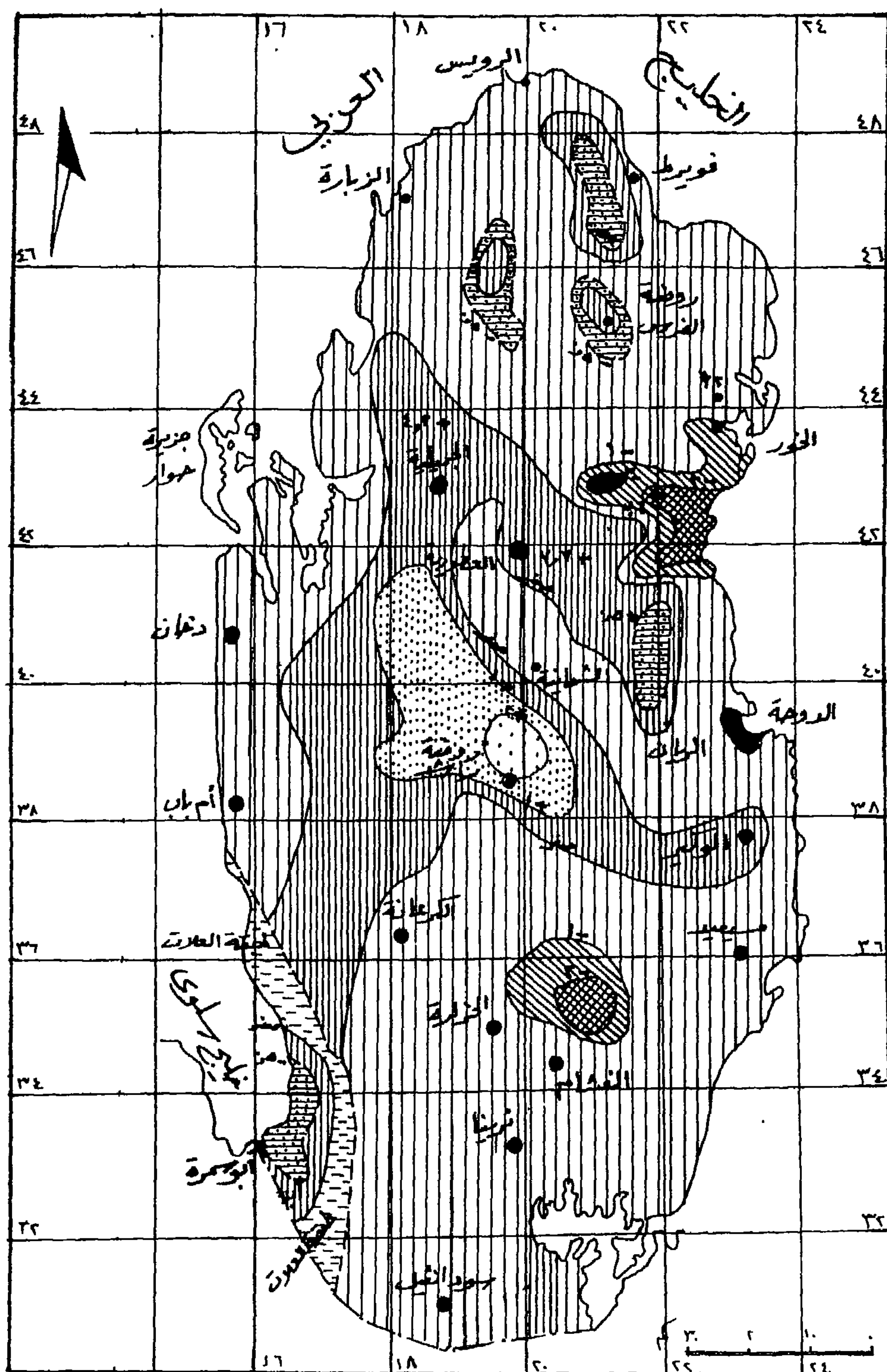
* خريطة التغير في مستوى المياه الجوفية للفترة (١٩٧٤-١٩٨٠).
* خريطة خطوط تساوي التغير في مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٧١-١٩٨٢).
* خريطة التغير في مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٧٢-١٩٨٨).

فمن واقع (**الخريطة الأولى رقم ٦-٢٩**) نستخلص التالي:

١- حدوث تغيرات مجهرية خلال الفترة (١٩٧٤-١٩٨٠)، فيما حدثت التغيرات الرئيسة قبل عام (١٩٧٤) وذلك بسبب التوسع الزراعي الأفقي وبالتالي استغلال المياه الجوفية من الآبار القديمة وحفر آبار جديدة لتواكب هذا التوسع وتفي بالاحتياجات.

٢- بإجراء مقارنة بين خريطتي التغير في المناسيب والتوصيل الكهربي (E.C.) نلاحظ أن أعذب المياه الجوفية تظهر في منطقتي البئرين اللذين يرمز لهما بالدائرة والمستطيل المفرغين على التوالي (○ ▭) (**خريطة رقم ٦-٢١**)، هذان البئران يقعان في منطقة الخور، الأول يقع إلى الشمال من الإحداثي (٤٤) شمالا إلى الغرب بحوالي (٦) كم من خور الذخيرة ويحمل رقم (١)، والآخر يقع إلى الشمال من الإحداثي (٤٢) شمالا، ويمر به الإحداثي (٢٢) شرقا، ويبعد عن سميسمة باتجاه الغرب في خط مستقيم بحوالي (٨) كم تقريبا ويحمل رقم (٥)، وحيث إن الفواقد من المياه الجوية التي أعيد شحنها ما زال محتملا، فإنها قد صانت من الضياع أكثر من (٢) م خلال الفترة (١٩٧٤-١٩٨٠).

٣- أوضحت الخريطة أن مناطق الغشامية (بين السدرية والقعابية) والعطورية والريان وروضة راشد تظهر درجة طفيفة من استعادة جزء بسيط من منسوب المياه الجوفية حيث تسجل تغيرا يتراوح ما بين (+٠,٥ و +١,٠) م، ومع



عن: إكلستون، شكل ١٠، ص١٠

شكل رقم (٦-٢٩)

خريطة تغير مستوى الماء الجوفي للفترة (١٩٧٤-١٩٨٠)

التوسع في منطقة حقول آبار المياه الجوفية، واستخدام طرائق وأساليب حديثة وتقنينية في استخراج المياه الجوية، ارتفع منسوب المياه الجوفية في منطقة الجميلية شأن المناطق السابقة.

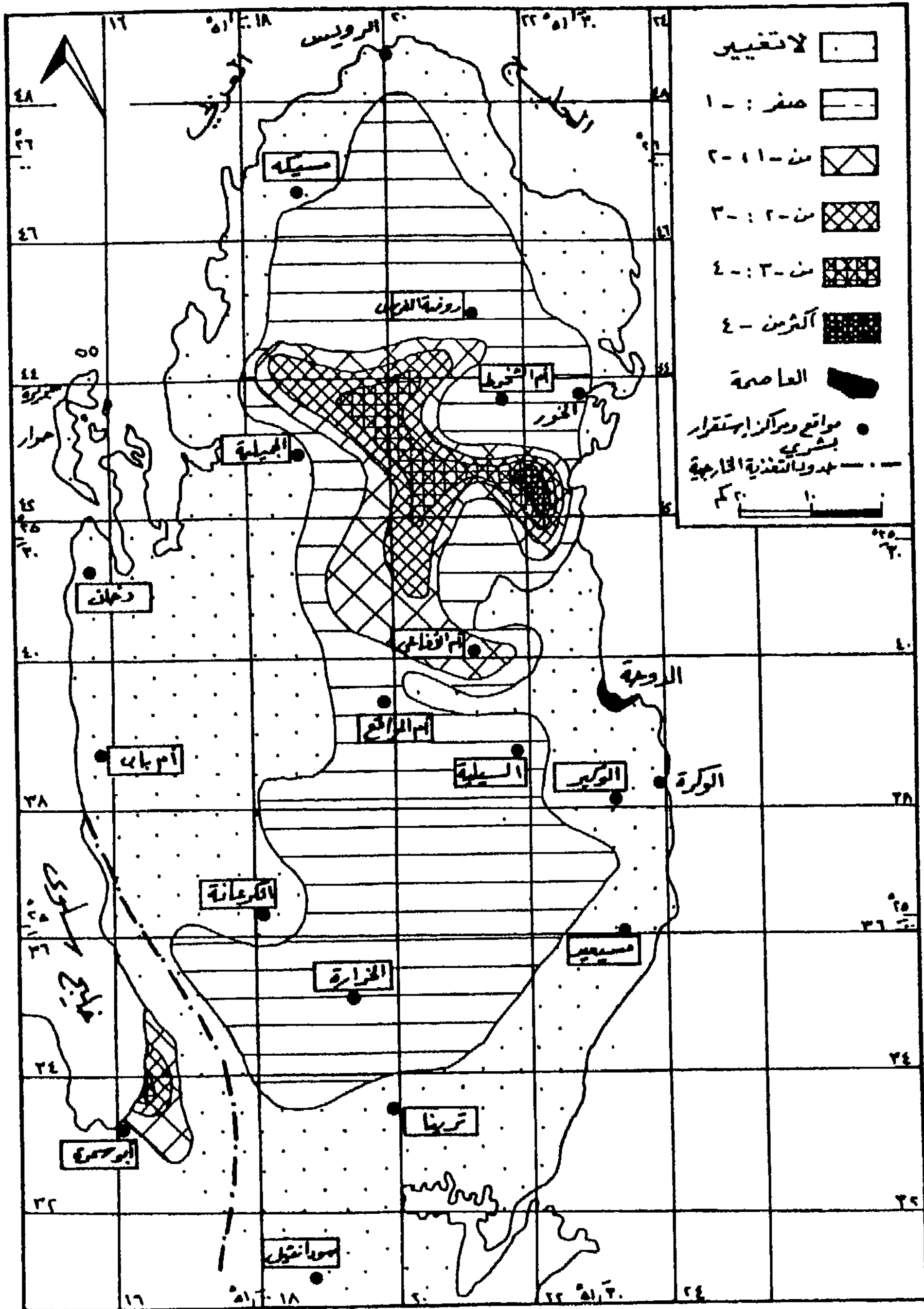
٤- من الملاحظ أن تغيرات قليلة حدث لمنسوب المياه الجوفية في جنوب شبه جزيرة قطر، هذه التغيرات شملت انخفاضا طفيفا في جسم المياه الارتوازي Artesian Head لطبقة العلات الخازنة للمياه في منطقة أبوسمرة، وهي ذات مغزى لأن طبقة الأمان المنتجة لهذا المصدر باتت مهددة، مما يحتم علينا إعادة النظر في كيفية الاستغلال.

٥- يبدو أن المنطقة الواقعة إلى الشمال الشرقي من الخرارة شهدت انخفاضا في منسوب المياه الجوفية بلغ (-٢) م وفق القياسات التي تمت للبئر رقم C2a أي رقم (١٢) في (الخريطة رقم ٦-٢١) ويعتقد بأن السبب في ذلك هو العشوائية والشذوذ الذي يحدث لسقوط الأمطار، وبالتالي نمط تغذية المياه الجوفية، إذ من الملاحظ في هذه المنطقة أنه لم تحدث إلا تغيرات قليلة في نظام استخراج المياه الجوفية.

ومن قراءة خريطة تغير مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٧١-١٩٨٢) (خريطة رقم ٦-٣٠)، نلاحظ الخصائص التالية:

١- يبدو أن التركيز ينصب في هذه الخريطة على عدسة الحوض الشمالي من ناحية وأقصى جنوب غرب قطر (منطقة أبو سمرة) من ناحية ثانية، إذ تغطي المنطقتين خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية بينما تخلو بقية المناطق إلا من خط تساوي منسوب صفر الذي يتوغل نحو الداخل من الساحل الغربي بشكل يلفت الحفيظة، بحيث يضع المنطقة الواقعة إلى الغرب منه في حالة من التوازن ما دام لم يحدث أي تغيير في المنسوب، إذ ينطبق على المنطقة الساحلية والجنوب القطري خاصة إلى الجنوب من ترينا، والمنطقة الشريطية التي تمتد إلى الغرب مباشرة من الدوحة حتى أم المواقع، وتقع ضمن المربع الذي تحده الإحداثيات (٣٨-٤٠) شمالا، (٢٠-٢٢) شرقا.





شكل رقم (٦ - ٣٠)

عن: حرجش ديروجي ١٩٨٥ ص ٥٢

خريطة خطوط التغير المتساوية في مناسيب المياه الجوفية للفترة ١٩٧١ - ١٩٨٢

٢- تغطي الحوض الجوفي الشمالي الذي تبلغ مساحته (٢١٨٠) كم٢ (٤) فئات من خطوط تساوي التغير في المناسيب، وجميع الإشارات بالسالب، وتتراوح قيمها بين (-١ و -٢) م، وتتركز القيمة القصوى (-٤) م على الساحل الشرقي إلى الشمال من وادي الواسعة، وضمن الإحداثيان (٤٢) شمالا، (٢٢) شرقا وهي المنطقة التي أشار إليها إكلستون في خريطته، وتعتبر من أعذب المياه الجوفية، وأن الفواقد منها إلى البحر ما زال قائما.

٣- يبدو أن المنطقة الجنوبية الغربية الواقعة في وادي العريق ضمن تكوينات العلات شهدت تغيرات في مناسيب المياه خلال الفترة (١٩٧١-١٩٨٢) تختلف عما كانت عليه في الفترة (١٩٧٤-١٩٨٠)، حيث نلاحظ أن مدى التغير يتراوح بين (-١ و -٣) م، ويعني هذا أن استغلال المياه الجوفية بات يهدد بتدهورها إذا لم تُتّبع أساليب حديثة بهدف التقنين والحفاظ عليها.

ومن خريطة التغير في مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٧٢-١٩٨٨) (رقم ٦-٣١)، نلاحظ ما يلي:

١- هناك مجموعتان تمثلان مقدار التغير في مناسيب المياه الجوفية، مجموعة تضم الفئات الموجبة وتتراوح قيمها بين (صفر و +١)، ومجموعة تضم الفئات السالبة وقيمها تبلغ بين (صفر و -١).

٢- المجموعة الموجبة الأولى تساير بفئاتها خط الساحل وخاصة الفئة الموجبة التي تزيد على (+١)، هذه الفئة تضيق في بعض المناطق وخاصة الأجزاء الشمالية، وقد تختفي بشكل واضح كما هو الحال في منطقة فويرط ورأس لفان، وقد تتسع على حساب الفئتين الثانية والثالثة، ويظهر ذلك في مناطق السبخات الساحلية منها والقارية كالنقيان وسبخة دخان وسبخة فيشاخ، وفي مناطق انتشار الكثبان والفرشات والخيوط الرملية، علاوة على حدبة دخان وامتدادها البنيوي نحو الجنوب الشرقي.

٣- يبدو أن فئات المجموعة الأولى تتعمق صوب اليابسة في أربعة مواقع، ثلاثة منها تمتد على الجانب الغربي للقوس القطري صوب الشرق حتى الإحداثي (٢٠) شرقا، الأول قبالة سبخة دخان، والثاني من جنوب شرق دوحة

عن : إدارة البحوث الزراعية والمائية .

شكل رقم (٦ - ٣١)

خريطة خطوط التغير المتساوية في مناسيب المياه الجوفية للفترة ١٩٧٢ - ١٩٨٨
في شبه جزيرة قطر (بالمتر)

الحصين، بينما يخرج الثـالث من الجهة الشرقية لدوحة فيشـاخ باتجاه الجميلية فالصنع، أمـا الرابع فيمتـد من أمام سميـسمة باتجاه الغـرب متفقا تقـريبا مع الإحداثي (٤٢) شمالا، وينسجم مع ما أورده إكلستون في خريطته.

٤- مجـموعة الفـئات السالبة تـمش ى مع القوس القطري وتحـاذيه على الجانبين ولكن في قطاعات أربعـة، ومعظمهـا يتخذ مـحورا شمـالي غربي - جنوبي شرقي، وخـاصة الفئات التـي تتراوح قيمـها بين (-٥, ٠ و -٠, ١)م، وهي بلاشك تمثل المناطق الرئيسة لاستغلال المياه الجوفية سواء للأغراض الزراعية أم للأغراض المـنزلية أم لأغراض صنـاعية، وبالتـالي تتعـرض ميـاه الآبار فيـها للاستنزاف بالقدر الذي لاتتمكن الأمطار الساقطة حياله خلق حالة من التوازن مما يؤدي إلى انخفاض مناسيبها سنة بعد أخرى.

٥- ليست المياه الجوفية التي تحتضنهـا طبقة العلات في الجزء الجنوبي الغربي بأوفر حظا من طبقـات الرس وأم الراضومة، إذ تعاني هي الأخرى مـن تغيرات في مناسيب مياههـا الجوفية سلبا، حيث تسجل الخريطة انخـفاضا بلغ في حدود (-٥, ٠) م، وذلك في الفترة ما بين (١٩٧٢ و ١٩٨٨).

جـ/ ٦ حركة المياه الجوفية: Groundwater Movement

سنعالج في هذه العجالة تدفق المياه الجوفـية في شبه جزيرة قطر مع الإشارة إلى حركة المياه الجوفية الإقليمـية كلما سنحت الظروف لذلك، وسنسترشد كذلك بخرائط مناسيب المياه الجـوفية التي سبق لنا تفسير معطياتهـا، ونستعين ببعض آبار المراقبـة التي قد تفـيد في تعزيز مـا نذهب إليه من تعليـلات، وعلى هذا الأساس نرصد في النقاط التالية خصائص حركة المياه الجوفية وأسبابها:

١- المياه الجوفية في حركة دائمـة، فالحركة تبدأ من مناطق التغذية (أي من المناطق التي تنفـذ إليـهـا مـيـاه الأمطار من السطح إلى بـاطن الأرض)، إلى مناطق تصريف المياه الجوفية (حـيـث تنبثق المياه إلى سطح الأرض على هيئة ينابيع أو استـخراجهـا من الآبار، ولهذا تتحكم الـظروف الجيولوجـية والهيـدروليكية بحركة المياه (Waltz, J., D., 1979, P. 265).

٢- يتضح من خريطة ١٩٥٨ (رقم ٦-٢٥)، التي تشير إلى حالات من شبه الثبات، أن المياه الجوفية تنساب في حركتها من وسط شبه الجزيرة باتجاه الساحل أي صوب الشمال والشرق والغرب، وهذا النمط من الانسياب يتبع في حركته تقريبا طبوغرافية السطح، وخطوط تساوي الملوحة Isosalinity Contours ذات التدرج المتماثل Similar Gradients.

٣- كان من نتائج تركز استخراج المياه الجوفية في نطاق حقول الآبار وفي مناطق الزراعة وخاصة الجزء الشمالي والشرقي من قطر، وفي المناطق التي تسبب في التغيرات، منها نضوب Depletions بعض الآبار الذي تسبب في خفض مستوى مياه الرس الجوية دون مستوى سطح البحر، أن تم تعديل في تدفق المياه الجوفية واتجاه حركتها، والدليل على ذلك شكل التغيرات الكثيرة في خطوط تساوي مستوى المياه الجوفية Water Table (خريطة رقم ٦-٢٩).

٤- لم يتضح في حوض المياه الجوفية الشمالي تناقص عام Decline في الآبار العميقة التي سبرت أغوار طبقات أم الراضومة؛ لأن استخراج المياه الجوفية أدى إلى تناقص مخزون المياه العذبة، فحدث بالتالي زحزحة رأسية لطبقة المياه المختلطة (العذبة + المالحة) التي تفصل بين السطحين Interface حالما تناقصت مياه الطبقة العليا من تكوين الرس التي تعلو طبقة أم الراضومة. فالآبار التي حفرت ضمن تكوين الرس - على سبيل المثال - تبدي تناقصا أكثر حدة وذلك بسبب ظروف الإعاقة Aquitard Conditions التي تتميز بها بعض الطبقات الموجودة عند قاعدة تكوين الرس، أو تلك الموجودة في مناطق معينة من تكوين أم الراضومة (إكلستون، ١٩٨١، ص١٠/ ١٧).

٥- لمناسيب المياه الجوفية - في النطاق الذي يمتد من الدوحة حتى دخان عبر الريان وروضة راشد وأم باب - احتمال علاقة بمظهرين من مظاهر حركة المياه الجوفية، تبدأ **الحركة الأولى** من روضة راشد باتجاه الدوحة لتحل محل المياه الجوفية التي تم استخراجها على طول الممر الواصل بين الدوحة وروضة راشد في الماضي القريب Recent Past، فاستخراج المياه المتواصل تسبب في حركة جانبية Laterally حيث تراجعت كتلة المياه العذبة صوب اليابسة Inland مما سمح بتغلغل مياه البحر المالحة Incursion، وفي حركة رأسية Vertically

حيث حلت المياه الجوفية لتكوين أم الراضومة محل كتلة المياه العذبة التي استنزفت، أما الحركة الثانية فهي باتجاه الغرب أي نحو منخفض سبخة دخان، حيث ينخفض مستوى المياه الجوفية في حدود (٢) م عن منسوب سطح البحر.

ولتفسير ذلك نسترشد بخريطة قيم مقاومة المياه الظاهرة بقرب السطح Apparent Resistivity حيث تشير إلى وجود منطقة ضمن هذا الممر تزيد فيه المقاومة على (١٦) أوم/ المتر، ولكننا إذا استعرضنا الخريطة الجيولوجية يتبين لنا أن هذا الوضع الشاذ قد يعزى إلى وجود مساحات كبيرة من الرمال الهوائية ذات المقاومة العالية، تغطي الطرف الجنوبي من السبخة، فتخفي بذلك الظروف السطحية، أما الرقعة المساحية الصغيرة التي تبدي فيها المياه مقاومة ظاهرية عالية إلى الشمال الغربي من الدوحة فتعزى إلى وجود مرتفع أرضي يزيد ارتفاعه على (٢٠) م فوق منسوب سطح البحر يقع بقرب معسكر الدحيل، مما تضطر معه المياه الجوفية ذات الملوحة العالية أن تنسلّ من تحته صوب عدسة المياه العذبة المستنزفة التي تقع أسفل منه.

٦- يوحي نمط خطوط تساوي مستوى المياه الجوفية بالقرب من الساحل الشمالي الغربي (بين الإحداثيين ٤٤ و ٤٦ شمالا) بتدفق للمياه الجوفية والتي يمكن أن تكون قد زودت هذه المنطقة التي تعيش فيها القشريات السمكية ذات الإنتاج الغزير prolific Shrimps بغذائها (إكلستون، ١٩٨١، ص١٠/١٨).

٧- يبدو أن تدفق المياه الجوفية ضمن طبقة العلات في الجزء الجنوبي الغربي يتجه صوب الشرق - الشمال الشرقي متفقا بذلك مع النمط الإقليمي حيث بؤر استخراج المياه الجوفية واستنزافها، وتعزز هذا الاتجاه خطوط تساوي الملوحة، بيد أن ذروة مستوى المياه الجوفية التي بلغت (+٥) أمتار في المنطقة الواقعة بين البئرين في وادي العريق تشير إلى اتجاهين للمياه، أحدهما نحو الشمال الشرقي، والآخر نحو الجنوب الغربي إلى خليج سلوى، فربما لهذا الجانب غير المألوف عن الاتجاه الإقليمي العام علاقة بالتباين في سمك طبقات تكوين العلات الخازنة للمياه، وفي نوعية صخورها Lithology، وفي مساميتها التي يتراوح تسرب المياه عبرها بين (١٥,٤٥ و ٣٠,٨٩) م/اليوم.

٨- يتضح أن نمط التـدفق الظاهري في حوض المياه الجوفيـة الجنوبي، وعلى وجه التحديد جنوب الخط الـواصل بين الدوحة وأم باب يرسم صورة أكثر تعـقيدا Rendered مما عهدناه لعوامل منها:

(أ) قلة المنـاطق الزراعية النشطة The Paucity وبالتـالي محـدودية وطبيعة تبعثر الآبار التي يمكن الاعتماد عليها في مراقبة تدفق المياه الجوفية.

(ب) قلة كثافة المنخفضات وصغر حجمـها وما يتجمع فيها وتحت طبقاتها من خزانات المياه الجوفية الصالحة للشرب.

(جـ) تدني قيم مـسامية طبـقات الرس الخازنة للميـاه أفقيا ورأسـيا لدرجة أن التغـذية المباشرة وغـير المباشـرة لا تتوزع Dissipated كي تشكل وحدة شاسعة من المياه الجوفية.

(د) يبدو أن العـلاقة بين بيانات ملوحـة المياه الجوفـية ومستـوياتها مشـوشة ومتناقضة Confused and Contradictory، فمناسيب المياه الجوفية العالية في الحـرارة - على سبـيل المثال - تتـوافق مع Coincide ملوحـة المياه الجوفية المتـدنية، بينما تتركز في الكرعـانة ملوحة متدنية للميـاه الجوفية ضمن رقعة تتميز بمناسيب متدنية كذلك.

د/ ٦ الخواص الهيدروليكية لصخور خزانات المياه الجوفية:

نعالج هنا الخواص الهيـدروليكية للطبقات الحاوية للمياه الجوفـية حيث نركز على معـاملات الانتقـالية Transmissivities والنفاذية Permeabilities والتخزين Storage وكذلك السعـة النوعية Specific Capacity اعتمـادا على الدراسات التي أجراها **إكلسـتون وآخـرون، وإبراهيم حـرحش وعـبد الرحـمن مـحمـد يوسف، والخرائط المصاحبة لذلك.**

وقبل أن نسترسل في دراستنا لمجمـوعة هذه الخواص لابد لنا أن نعرفها كي تتضح الصورة:

المصطلحان الأول والثاني لهما علاقة بخواص الطبقات الصخرية الحاملة للمياه.

والمصطلحـان الثالث والرابع يرتبطان بخواص إنتاجية الطبقات الحاوية للمياه.

* **فالانتقالية:** يرمز لها (T) وتمثل حاصل ضرب التوصيل الهيدروليكي (HC) وسمك القطاع الذي يحوي المياه الجوفية، وتعني معدل انسياب المياه أو سريانها تحت تأثير وحدة الممال الهيدروليكي Hydraulic Gradient Unit عبر قطاع مستعرض لعرض الوحدة Unit Width على السمك الكلي للطبقة الخازنة للمياه الجوفية.
* **والنفاذية:** (P) عبارة عن مقايس مقدرة الصخور أو التربة للسماح بانتقال المياه تحت تأثير معدل تدرج الضغط Pressure Gradient، بيد أن نفاذية وحدة صخرية حاملة للمياه الجوفية في الطبيعة تعني التوصيل الهيدروليكي (HC)، وهي تتضمن في هذا التعريف إضافة إلى خواص الطبقات الصخرية الخازنة للمياه خواص المياه الجوفية الطبيعية.
* **سعة التخزين (S)** تمثل حجم المياه التي تتخلص منها Released طبقة حاوية للمياه في وحدة مساحة سطحية في وحدة تغير الجسم (الكتلة) الهيدروليكي Hydraulic Head.
* **السعة النوعية (FC)** ويطلق عليها السعة الحقلية Field Capacity لأن لها علاقة بنسيج التربة التي إذا ما تشبعت أولا بالمياه فإنها تسمح بالتالي إلى تصرف المياه تحت تأثير الثقل النوعي (الجاذبية) Gravity إلى أن تتوقف حركة المياه باتجاه باطن الأرض Downward، ولذا نعت التربة في هذه الحالة بأنها تحتفظ بطاقتها التخزينية من المياه Holding، (Strahler, A.N. and Strahler, A.H., 1978, P. 151).

لم تقتصر دراسة الخواص الطبيعية على طبقة خازنة للمياه دون الأخرى، وإنما شملت مختلف الطبقات الصخرية، وبقدر ما توافرت الآبار الاختبارية الممثلة لهذه الطبقات، بقدر ما كانت البيانات والمعلومات ذات جدوى في رسم صورة واضحة وجلية عن هذه الخواص، وسنحاول فيما يلي دراسة هذه الخواص من خلال الطبقات الصخرية لسهولة المقارنة بينها:

١د/ ٦ الخواص الهيدروليكية لوحدة طبقات عضو أبروق (العلات):

أوضحت نتائج عمليات الضخ التي أجريت للبئر P32 الواقع في منطقة وادي العريق جنوب غرب قطر، والذي يخترق طبقات عضو أبروق (العلات) العائد للدمام الأعلى مجموعة الخواص الهيدروليكية نوردها في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٣٠)

نتائج اختبار طبقة أبروق (العلات) الخازنة للمياه الجوفية(*)

النفاذية م/اليوم	معدل السريان م٢/اليوم	معامل التخزين	الزمن (دقيقة) باللوغاريتم
١٥,٤٥	١٥٦	١٦,٣ × $١٠^{-٤}$	٠,٠١ - ١,٠
١٦,٨٣	١٧٠	٢,٥ × $١٠^{-٤}$	٠,١ - ١,٠
٢١,٢٩	٢١٥	٢١,٧ × $١٠^{-٤}$	١٠٠ - ١٠٠٠
١٦,٣٤	١٦٥	١,٠ × $١٠^{-٤}$	٠,٠١ - ١,٠
٣٠,٨٩	٣١٢	٧,٣ × $١٠^{-٤}$	١٠٠ - ١٠٠٠
القيم المقبولة	٢٠,٠٠	٢٠٠	١٠ × $١٠^{-٤}$

(*) المصدر: إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص١٠/٥٣، جدول رقم 10.3.

من (الجدول السابق رقم ٦-٣٠) نستخلص الخصائص التالية:

١- استخدم إكلستون طريقتين في إجراء الاختبار، هما طريقة Chow وطريقة Jacob، واعتمد لوغاريتم أجزاء الدقيقة في تحديد معدل التدرج الهيدروليكي.

٢- تقع معدلات السريان ضمن طبقة أبروق في قطر بين (١٥٦-٣١٢) م٢/اليوم ولكنها في منطقة كاتف بالسعودية تبلغ (٣١١) م٢/ اليوم، وفي الحسا تصل إلى (١٧,٣) م٢/ اليوم، وهذا يعني أن النتائج تظهر انخفاضا في القيم بالاتجاه صوب الجنوب مما قد يوحي بحدوث تغيرات في السحنات الإرسابية **(إبراهيم حرحش، وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، ص٥١)**.

٣- يبدو أن طبقات عضو أبروق ذات مسامية عالية شأنها في ذلك شأن طبقة العلات في العربية السعودية وطبقة الخبر في البحرين، ورغم ذلك فإنها تختلف من أفق إلى آخر، هذا التباين في المسامية بالتعاون مع بعض الخصائص الجيولوجية كسمك الطبقات رأسيا وأفقيا، ونوعية الصخور أثّر على حركة المياه الجوفية التي تحتضنها طبقة أم الراضومة بقدر ما أثّر على مناسيبها سواء باتجاه الشمال الشرقي أو الجنوب الغربي، مما أدى إلى إظهار وضع يبدو أنه غير مألوف Anomalous.

٤- من الجدير بالملاحظة أن التباين في حجر جير أبروق جيولوجيا وليثولوجيا أفرز خواص طبيعية متباينة، وهذا ما يوضحه الجدول التالي:



جدول رقم (٦-٣١)(*)

نتائج اختبار آبار المياه الجوفية الضحلة لطبقة عضو أبروق

رقم البئر	العمق الكلي (متر)	العمق المشبع (متر)	السعة النوعية (م٢/اليوم)
C16	٢٢,٦	٧,٧	١٣٤١
C17	٣١,١	١٤,٣	جاف
C14	٤٤,٢	١٠,٥	٢٩٧
C15	٣٥,٧	١٤,٩	٨٠,٥
C13	٢٩,٠	٢٤,٤	٥٥٩
C11	٣٥,١	١٨,٣	١٩,٧
C10	٣٩,٦	١٦,٨	٣,٢
C12	٧٩,٢	١٨,٣	٨,٩

(*) المصدر: عن إكلستون، ١٩٨١، ص١٠/٥٣، جدول رقم 10.4.

ومن الجدول و(شكل رقم ٦-٢١) يتبين أن السعة النوعية Specific Capacity لطبقة أبروق الجيرية الخازنة للمياه الجوفية تتفاوت بين (٣,٢-١٣٤١)م٢/اليوم، وهي مؤشرات تؤكد على المدى الشاسع Wide Range بين القيم، مما يجيز لنا التنبؤ بالتفاوت في خصائص الحجر الجيري ضمن منطقة انتشار عضو أبروق في الجنوب الغربي من قطر، هذه المنطقة -التي أجري الاختبار على آبارها- تقع ضمن الإحداثيين (١٦ و ١٨) شرقا، وتمتد بين الإحداثيات (٣٢ و ٣٥) شمالا، تبدي تدرجا متباينا بين الشمال والوسط والجنوب، فالبئر التي حفرت في أقصى جنوب المنطقة (C16) ورمزه (△) سجلت سعة نوعية بلغت (١٣٤١) م٢/اليوم، بينما سجلت البئر رقم (C10) ورمزه (△) -تقع على الساحل شمال أبوسمرة- أدنى قيمة بلغت (٣,٢) م٢/اليوم، هذا التباين قد يوحي لنا إضافة لما سبق بأن طبقات أبروق الجنوبية تتميز بنفاذية عالية تتراوح ما بين (٢٢٦ و ٥٦٦) م/اليوم وبالتالي ترتفع بها معاملات الانتقالية (السريان) بحيث تتراوح بين (١٧٤٠-٤٣٥٨) م/اليوم، هذه الخصائص تسمح باستقبال ما يتدفق إقليميا من العربية السعودية، مما أدى إلى تزايد قيم السعة النوعية وارتفاع مستوى الماء الجوفي وانخفاض معدلات الملوحة ممثلة في المواد الصلبة الذائبة TDS.

أما طبقات أبروق الشمالية والتي تمثلها البئر رقم (C10)، فإن مياهها تبدو غورا، ونفاذية صخورها تتراوح بين (٠,٢ و ٠,٦) م/اليوم، ومعاملات

الانتقالية بين (٣,٤ و ٥٧) م/اليوم، هذه الخصائص قد تكشف عن مدى التباين بين آفاق النوع الصخري الواحد الأمر الذي ينبئ بضحولة الخزان الجوفي لهذه الطبقات، أضف إلى ذلك ما قد يتسرب من مياهه إلى خليج سلوى.

وفي وسط هذه المنطقة التي تمثلها البئر رقم (C13) فقد يكون الوضع أوفر حظا من القطاع الشمالي ولكنه أسوأ حالا من الجنوبي، فمن ملامحها أن العمق المشبع يفوقها جميعا (٢٤,٤)م، علما بأن العمق الكلي مقارنة يعتبر أقلها، ومع ذلك تأتي هذه البئر في الرتبة الثانية من حيث السعة النوعية (٥٥٩)م٢/ اليوم، ومعاملات الانتقالية التي تتراوح بين (٧٣٢-١٨٠٦)م/ اليوم، في حين تتقهقر إلى الرتبة الثالثة بالنسبة للنفاذية (٣٠) م/اليوم، ورغم ذلك تعتبر ذو نفاذية عالية، هذه الخصائص تعكس نسيجا قد يكون إلى حد ما خشنا، ومسامية قد تميز الطبقات العليا من التكوين.

٥- تبين من الدراسات التي أجريت في السعودية والبحرين أن طبقة العلات المماثلة لعضو أبروق في قطر طبقة حبيبية Granular، تميزها نفاذية رأسية منتظمة.

٦- يشير تحليل البيانات الوقتي Transient للآبار في منطقة الحزام الساحلي للعربية السعودية أن الخواص الطبيعية للمعاملات تختلف عنها في قطر، ولتوضيح ذلك، نرصدها كالتالي:

جدول رقم (٦-٣٢)

مقارنة بين بعض الخواص الطبيعية لطبقة العلات في السعودية وعضو أبروق في قطر

الخواص	النفاذية م/اليوم	الانتقالية م٢/ اليوم	التخرين
السعودية	٣,٠ - ٧,٠	١٥٠ - ٢٥٠	٥,٧ × ١٠^-٤
قطر	١٥,٤٥ - ٣٠,٨٩	١٥٦ - ٣١٢	١٠,٠ × ١٠^-٤

توضح الخواص الطبيعية الواردة في (الجدول رقم ٦-٣٢) رغم بعض التباين في النفاذية تجانسا Homogeneity أفقيا لهذه الطبقة الخازنة للمياه.

٧- اعتمادا على النتائج التي تم استخلاصها من بيانات البئر رقم (p32)، والدلائل المعززة لهذه النتائج من اختبارات الآبار في العربية السعودية يمكن اختيار معدلات القيم التالية لبعض الخواص الطبيعية لطبقة عضو أبروق الخازنة للمياه الجوفية، وهي كالتالي (إكلستون، ١٩٨١، ص١٠/ ٥٥):

معدل الانتقالية، معدل النفاذية الأفقية، متوسط سمك الطبقة الخازنة للمياه

٢٠٠ م/اليوم ١٣ م/اليوم ١٥ مترا

٢د/ ٦ الخواص الهيدروليكية لطبقات تكوين الرس:

تبين من خلال الدراسة الجيولوجية أن تكوينات الرس لا تشاهد مطالعها إلا في مناطق محدودة، ورغم ذلك فإن طبقاتها تحت السطح تخفي موردا مائيا أعاد الحياة إلى الأرض الجرز في قطر، فنبت فيه من كل زوج بهيج، وزود السكان بقدر حاجتهم، وكان لابد حيال ذلك أن نركز إضافة إلى ما سبقت دراسته على بعض المعايير الهيدروليكية نستخلصها من واقع الاختبارات التي أجريت للآبار التي حفرت لهذا الغرض، وفيما يلي جدولة لها:

جدول رقم (٦-٣٣)

نتائج اختبارات طبقات الرس الخازنة للمياه الجوفية

رقم البئر	كمية التصريف م٣/اليوم	السعة النوعية م٢/اليوم	السعة الانتقالية م٢/اليوم	معامل التخزين × ١٠$^{-٤}$
Wimoey 1	٦٧٤	١٣٦	٢٣	-
2	٦٧٤	١٢٩	٢٦	-
Decca 1	١١٢	-	٢	-
3	٩٦٨	-	٣٧	-
P5	٢٠٧	-	١٤	-
Al-Utoriyah 75	٤٣	-	٤٨	٠,٤
74	٤٣	-	٩٧	٠,٤
76	٤٣	-	٦٣	-
Al-Rashediah 60a	٩٥	-	٣٥	٧,٧
71	٩٥	-	٦٠	١,٢
61	٩٥	-	١٦٦	٣,٩
48	٩٥	-	١٥٠	٢,١
60	٩٥	-	٤٤	-
Umm-Sikah 2	٦٨٣	-	٢٢٨	٠,١
3	٦٨٣	-	٧١٤	٨,٦
4	٦٨٣	-	٣٨٠	٠,٨
Compined	٦٨٣	-	٦٧	٦,١
A6	١٧٠٢	٥٥٥	٤٨٠	-
A12	٦٠٥	١٩٥	١٤٠	-
A30	٦٠٥	١٢٥	٨٢	-
B3	٢٩٤	٤٥٢	٣٨٠	-
B5	٣٦٣	٢٢٧	١٧٠	-
B15	١٥٦	١٩٥	١٤٠	-
B17	٣٨٩	٥٤	٣١	-
B23	٦٦	١٢	-	-
C1	١١٢	٤٠٠	٣١٠	-
C4	٢٢٥	٩٦	٦	-
C6a	٢٢٥	٢٦	١٢	-

(*) المصدر عن: إكلستون وآخرون، ١٩٨١، حدول رقم 10.5، ص ٥٩/١.

من (الجدول السابق رقم ٦-٣٣) نلاحظ ما يلي:

١- تتركز معظم الآبار التي تم اختيارها لإجراء التجارب عليها على الجناح الشرقي للقوس القطري دون الجناح الغربي، يستثنى من ذلك بعض الآبار التي تقع في الجزء الشمالي الغربي (منطقة مسيكة)، وبعضها الآخر يمثل منطقة حقول آبار (العطورية والرشيدية)، وثالثة تمثل وسط الجنوب (الخرارة والكرعانة).

٢- باستثناء خزانات المياه الثلاثة الأخيرة، نلاحظ أن البئر A6 الواقع في الركن الشمالي الشرقي للمربع المحصور بالإحداثيات (٤٤، ٤٦)شمالا، (٢٠، ٢٢) شرقا وفي محيط السدرية إلى الشمال الشرقي من روضة الفرس (**خريطة رقم ٦-٢١**)، يحظى بإنتاج وافر بلغ (١٧٠٢) م٣/ اليوم، وبسعة نوعية فاقت جميع آبار المقارنة في الجدول وقد بلغت (٥٥٥) م٢/ اليوم، وسجل معدل انتقالية قيمتها (٤٨٠) م٢/ اليوم، وهذا يعني أن تكوين الرس في هذه المنطقة تتميز صخوره بفراغات بينية كبيرة، مما يوحي بوجود طبقات حبيبية الرواسب، نتج عنها مسامية عالية ونفاذية مرتفعة، وربما ترتبط هذه الخصائص بعملية التفريغ الأولى Pre-Deflation التي حدثت للانهيدرايت قبل أن تتم زحزحة هذا النطاق الذي يمثل حدا فاصلا بين تكوينات الرس الكربونية وتكوينات الرس الكبريتية المتبقية Remainder نحو الجنوب.

يعزز تعليلنا، مجموعة آبار منطقة مسيكة أرقام (٢، ٣، ٤)، والبئر ٣٠أ ويرمز له بدائرة (○) (**الشكل ٦-٢١**)، حيث يزيد إنتاجها على (٦٠٠)م٣/ اليوم، ومعدلات الانتقالية تبلغ (٢٢٨، ٧١٤، ٣٨٠) م٢/ اليوم على التوالي، أما معدل انتقالية المياه في البئر ٣٠أ فلم تتجاوز (٨٢)م٢/ اليوم، وهي على العموم قيم تؤكد على ما تنفرد به تكوينات الرس من مسامية ونفاذية عاليتين، أو أن المنطقة تميزها خصائص بنيوية تتمثل في الشقوق والمفاصل، كان لها أهمية كبيرة في تشكيل وضعية الطبقات الخازنة للمياه الجوفية، ومن الجدير بالملاحظة أن أحد آبار مسيكة وهو رقم (٣) سجل معامل تخزين بلغ (٨,٦ × ١٠^-٤^) ويقودنا هذا إلى القول بأن طاقة التخزين ما دامت تعتمد على نسيج التربة، فإن الصلصال Clay في حالتنا هذه يعتبر

أحد أهم مكونات طبقات الرس الخازنة للمياه الجوفية في منطقة مسيكة، بينما تتناقص نسبه وفق نتائج اختبار البئرين الآخرين حيث سجلا حسب ترتيبهما في الجدول قيمتين للطاقة التخزينية تراوحتا بين (٠,٠٠٠١ و ٠,٠٠٠٨)، وهي مؤشرات لارتفاع قيم النفاذية الأفقية.

٣- يلاحظ أن منطقة حقول الآبار ممثلة في آبار العطورية والرشيدية، تعكس صورة قد يبدو فيها بعض التباين عما ألفناه سابقا، فكميات التصريف لكل بئر من آبار المنطقتين بلغت (٤٣، ٩٥) م٣/اليوم على التوالي، بيد أن معاملات الانتقالية (السريان) والتخزين باتت تتفاوت من حقل إلى آخر ومن بئر إلى آخر من آبار الحقل الواحد، فآبار العطورية سجلت معايير لكل من الانتقالية تراوحت بين (٤٨ و٩٧)م٢/اليوم، والتخزينية بلغت (٠,٠٠٠٤)، فيما تفوقت المعايير الهيدروليكية لآبار الرشيدية، فالانتقالية حامت حول (٣٥-١٦٦) م٢/اليوم، والتخزينية انحصرت بين (٠,٠٠٠١٢ و٠,٠٠٠٧٧)، وبناء عليه نلاحظ **أولا**: أن تكوين الرس في منطقة العطورية والرشيدية قد تزيد فيه نسبة الرمال على حساب الصلصال، الأمر الذي يعوق نسبيا سريان المياه أو أن حركتها من مكان إلى آخر تتميز بالبطء، ويتضح لنا **ثانيا**: من واقع الاختبار الذي أجري على البئر رقم 60a في الرشيدية أن طاقته التخزينية رغم انخفاض معامل الانتقالية فيه بلغت (٧,٧ × ١٠⁻⁴)، وهذا يعني أن طبقات الرس التي تحتضن مياهه ربما ترتفع فيها مكونات الصلصال عن نظيراتها في الآبار الأخرى، ويتبين لنا **ثالثا**: أن البئرين رقمي 48, 61 الواقعين ضمن حقل الرشيدية يتميزان بطاقة انتقالية بلغت (١٦٦، ١٥٠) م٢/اليوم على التوالي، وهي مؤشرات تكشف عن الحجم الحبيبي لتكوين الرس، الأمر الذي يؤثر إيجابا على الخواص الطبيعية لهذا التكوين من مسامية ونفاذية، مما يتيح المجال أمام المياه الجوفية بحرية الحركة أفقية كانت أم رأسية ضمن حدود التكوين.

٤- الآبار التي تحمل أرقام B17, B15, B5, B3 ويرمز لها بالمستطيل الأبيض (▭) تمتد بين الإحداثيات (٤١-٤٤) شمالا و (٢١-٢٣) شرقا، ويقع

أكثرها توغلا في اليابسة B23 على بعد (١٨) كم من الساحل الشرقي في خط مستقيم يتفق مع خط عرض بلدة سميسمة وضمن آبار حقل الذيبية، أما أقربها إلى الساحل فهي البئر رقم B3 التي تبعد مسافة لا تزيد على (٣) كم إلى الغرب من مدينة الخور، والبئر رقم B5 لا يتجاوز بعدها (٥) كم عن الساحل الشرقي إلى الغرب مباشرة من بلدة سميسمة، والبئر رقم B15 فتقع ضمن حقل أبوثيله وعلى بعد (١٢) كم من الساحل الشرقي تقريبا.

يخيل إلي أن بعض الخواص الهيدروليكية لهذه الآبار وخاصة معامل الانتقالية للبئر رقم B3 يتوافق مع البئر رقم (٤) لحقل المزروعة بقيمة تبلغ لكل منهما (٣٨٠) م٢/اليوم، وفيما عدا ذلك فهي متباينة، وعلى العموم فقد تميزت هذه المجموعة بمعاملات انتقالية تتراوح بين (٣١ و ١٧٠) م٢/اليوم، وبطاقة نوعية بلغت بين (١٢ و ٤٥٢) م٢/اليوم، أما النفاذية فيبدو أن قيمها في البئرين B15, B3 مرتفعة إذ بلغتا (٢٧١,١ ، ٢٠٩) م/اليوم على التوالي، وهي ملامح تكشف عن النسيج الخشن الذي يميز طبقات الرس في هذين الموقعين، وتنبئ بسهولة الحركة، وما دامت هذه الآبار قريبة من الساحل فمن المحتمل أن تؤثر هذه الخصائص سلبا على مياهها إذا لم نقنن من عملية السحب لنحافظ على مستوى المياه الجوفية أن تكون دائما فوق منسوب سطح البحر.

ومن خلال دراسة أجراها إكلستون وآخرون على طبقات الرس الخازنة للمياه الجوفية نقف على الخصائص التالية:

١- يلاحظ أن عدد الآبار التي استخدمت في تحليل المعايير الهيدروليكية محدودة للغاية، ويعزي ذلك إلى أن العديد من الآبار الاختبارية والاستكشافية استغلت مواقعها بعد إغلاقها في تشييد المباني.

٢- تم استخدام ثلاثة آبار من آبار حقل الرشيدية أرقامها P26, P25, P45 وتقع متجاورة في منطقة حوضية ضمن المربع الذي تحده الإحداثيات (٤٢-٤٣) شمالا، (٢١-٢٢) شرقا، وقد حفرت البئران الثاني والثالث عند الطرف الشرقي للبئر الأول على عمق (٥٠٠، ١٥٠٠) م على التوالي فأصبحا وكأنهما بئر واحدة ضمن دائرة كبيرة، وذلك بغرض استقصاء ودراسة الظروف

الليثولوجية والهيدروليكية التي أدت إلى انخفاض مستوى المياه الجوفية في هذه المنطقة إلى (-١٤) مترا دون أن ترتفع معدلات الملوحة الناتجة عن تسلل Intrusion مياه البحر إليها، وما دامت حالة الثبات في حقول آبار الملاحظة غير مستقرة وهبطت إلى أسفل Drawdown كما حدث في البئر رقم B45، فكان ذلك مدعاة لأن يتم الضخ من آبار مجاورة دون اللجوء إلى هذا البئر، ولهذا تم الاعتماد على البئرين P26, P25 لقياس المناسيب ورسم صورة واضحة عن حالة عدم الثبات وهبوط المنسوب وعدم ارتفاع الملوحة نتيجة لذلك.

اقترح إكلستون افتراضين ارتكازيين، وإنما نستخلص منهما التالي:

(أ) القيم التي استخدمت تم الحصول عليها وقت أن كان عمق كل من البئرين لا يتجاوز (٣٦,٦) م، ولهذا لم يتأثرا من مياه طبقة أم الراضومة تحت ضغط طاقة التدفق العالية Higher Head، فكلا المستويين (-٣,١٧، +٠,٤) م أكثر ضحولة عند عمق (٣٦,٦) م من آبار الضخ المحيطة بالبئر رقم B45 التي تبلغ أعماقها (٦١) م، ولذلك لم تتعمق إلى مجمل طبقة الرس.

(ب) إذا أخذنا (حسب الافتراض) بأن البئر رقم B45 تمثل منطقة حقول الآبار برمتها، وأن الشكل المخروطي للمنخفض الذي يبدأ في الارتفاع بعيدا من البئر رقم B45 وليس من بعض المواقع الملاصقة أو التالية له كأول المقاييس وخاصة البئر رقم P25، لا يمكن تعزيزه، فإن حساب النتائج تركز على التوضيح ليس إلا، ولهذا وقع الاختيار على أدنى قيمة للانتقالية (١٦٧) م٢/اليوم لتمثل هذا الوضع، ما دامت المناسيب Piezometers مشوشة Involved.

(جـ) فلو افترضنا بأن البئر رقم P26 يتأثر من جراء الضخ من حقل آبار الرشيدية، وأن مستوى المياه الجوفية الإقليمية لطبقات الرس ترتفع إلى (+٣) أمتار وليست إلى (+٠,٤) أمتار كما أوضحته قياسات البئر P26، فإن نتائج حساب معدل الانتقالية سيعزز المعدل السابق (١٦٧) م٢/ اليوم، علما بأن النتائج تباينت في حالة استخدام طريقة تقدير لوجان Logan إذ بلغت معدلات الانتقالية بين (٣٠٠، ٣٥٠) م٢/ اليوم، مع الوضع في الاعتبار ثبات منسوب المياه أولا، واستخدام أي من المناسيب التالية (+٠,٤) أو (+٣,٠) ثانيا.



(د) وبإجراء دراسة على بئر رابعة تقع على بعد (٣٠) م من البئر B45، وحوالي (٢٠٠) م من البئر P25، تبين أن الشكل المخروطي لحدود حقل الآبار يمكن أن يكون غورا Very Steep .

(هـ) تبين نتائج اختبارات البئر رقم P35 الذي يقع على بعد (١٨) كم باتجاه الشمال الغربي من المنطقة الحوضية لآبار الرشيدية، وإلى الشمال مباشرة من القاعية، انخفاضا واضحا جدا لقيم النفاذية قلما يحدث حتى في منطقة السحنات الكربونية الإرسابية لإقليم المياه الجوفية الشمالي، ومن ناحية أخرى، فإن خواص طبقات تكوين الرس في إقليم المياه الجوفية الجنوبي، والتي تميزها نفس الظروف الحوضية تكشف عن رقاع محلية ذات إنتاج غزير.

(و) من المعلوم أن تكوينات الرس في قطر وخاصة السحنات الكبريتية المتبقية متماثلة مع نظيراتها في البحرين ليثولوجيا، ومع ذلك فإن قيم الخواص الطبيعية في الأخيرة أكثر ارتفاعا منها في قطر، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-٣٤)

نتائج اختبارات طبقات تكوين الرس في البحرين

رقم البئر	العمق الكلي (متر)	العمق النافذ (متر)	الانتاج م٣/ اليوم	الطاقة النوعية م٢/ اليوم	الانتقالية م٢/ اليوم	النفاذية م/ اليوم
CWW30	١٤٦	٣١	٥٤٠٠	٦٩٤	٨٤٦	٢٧
CWW45	١٤٠	٣٥	٤٩٠٠	٧٩٨	٩٧٤	٢٨
٨٦٠/ ٨٦١	٦٧	٢٠	١٧٨٠	٢٠٧٠	٢٥٢٥	١٢٦
٨٨٢	١٠٤	٥٢	٦٥٠	٩٠	١١٠	٢,١
٩٢٥	٤٩	٣٣	١٠٢٠	٨٦٤	١٠٥٠	٣٢

المصدر. عن إكلستون، ١٩٨١، جدول رقم 10.6، ص١٠/ ٦٠.

نلاحظ من (الجدول السابق رقم ٦-٣٤) ما يلي:

١- جميع القيم تم استخراجها بطريقة لوجان Logan's Method.

٢- بمقارنة القيم الواردة في هذا الجدول مع الجداول السابقة يتبين وجود فروقات واسعة، وهذا ما يؤكد على أن قيم الخواص الطبيعية في البحرين أعلى من

نظيراتها في قطر، ولعل هذا يعـزى إلى حالة التفريغ Deflation التي أصابت قبـة البحرين ومـا صاحبهـا من مؤثرات على الخصـائص الصخرية وخـاصة الطبقـات الخازنة للمياه الجـوفية، أو أن الطبقـات المنتمية لتكوين الـرس أكثر سمكا من مثيلاتها في قطر بدليل أعماق الآبار الكلية وخاصة العمق النافذ في طبقات الرس وهو الاحتمال الأوفر حظا من سابقه.

٣- يبدو أن قيمـة النفاذية التي تخص البئر رقم (٨٦٠/ ٨٦١) مرتفـعة لدرجة أنها تثير الاهتـمام، وقد يعزى ارتفـاعها هذا إلى أن البئر المـذكورة ربما نفذت إلى الطبقة العليا لتكوين أم الراضومة.

٣د/ ٦ الخواص الهيدروليكية لتكوين أم الراضومة:

لم تحظ طبقة تكوين أم الراضومة من دراسة الخواص الهيدروليكية منفردة بقدر ما حظيت به طبـقة تكوين الرس، حيث تـكمن الإشكالية أولا في العمق، وتتـمثل ثانيا في اخـتراق طبـقتين هما الدمـام والرس قبل الوصول إلـى المنشود، ومع ذلك نحاول تجميع البيانات المبعثرة عن خواص هذه الطبقة ونرصدها في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٣٥)(*)

نتائج مستخلصة عن طريق ضخ المياه الجوفية من بعض الآبار للخواص الهيدروليكية لطبقة تكوين أم الراضومة

البئر	سمك القطاع النافذ (م)	تقديرات الانتقالية م٢/ اليوم	النفاذية م/ اليوم	معامل التخزين	الطاقة النوعية م٢/ اليوم
P27	٥٢,٢	٢٣٢	٤,٤	-	١٩٠
P29	٦٠,٠	٦٧٣	١١,٢	-	٦٩٠
P33	٤,٨	٦٧٠٠-١٨٠٠	١٣٩٦-٣٧٥	٠,٢ × ١٠$^{-٨}$	٢١٠٠
P34	٢٠,٠	٨٥٠-٣٧٨	٤٣-١٩	١,٧٧-١,٢٦×١٠$^{-٨}$	٢٠٦
P35	٢٠,٠	٢٣٣	-	-	-
P35	٥٤,٠	٢٧٣٥	٤٩	-	٢١٦٠
P21	٣٣,٩	٨٤٣٣	٢٤٩	-	١٧٢٨
P36	٣,٦	٥٢٠-٤٨٥	١٤٤-١٣٥	-	٩٦,٥

المصدر: (١) عن: إكلستون وآخرون، ١٩٨١، الجدول رقم 10.9، ص١٠/ ٦٤.

(٢) عن: إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥.

يبدو لنا من (الجدول السابق رقم ٦-٣٥) الملاحظات التالية:

١- توزيع الآبار الاستكشافية غير منصف بين القسمين وحتى ضمن القسم الواحد (خريطة ٦-٢١)، فالقسم الشمالي ضم خمسة آبار P35, P29, P27, P36, P21، وضم القسم الجنوبي الغربي بئرين فقط هما: P34, P33.

٢- تجاوزت معدلات الانتقالية في موقع البئر P21 الذي يقع عند نقطة تقاطع الإحداثيين (٤٢) شمالا، (١٩) شرقا، القيمة (٨٤٣٠) م٢/اليوم، وبلغت في حدها الأقصى (٦٧٠٠) م٢/ اليوم في البئر P33 الذي يقع في الجزء الجنوبي الغربي عند نقطة تقاطع الإحداثيين (٣٤) شمالا، (١٧) شرقا، وهذا يعني أن معدلات النفاذية تبدو مقبولة ولكنها أكثر ارتفاعا في آبار الجزء الجنوبي الغربي، إذ سجل البئر الأخير (١٣٩٦) م/اليوم كحد أقصى. هذا التفاوت في معدلات النفاذية سواء أفقية كانت أم رأسية، قد يكون له آثار مباشرة على الاختلافات التي أظهرتها معدلات الانتقالية.

٣- اتضح أن معدلات المسامية والنفاذية التي تتناقص بالاتجاه جنوبا في طبقات الرس وأبروق، لم تشهدها طبقات أم الراضومة، وخاصة في البئر P33 الذي سجل قيما تراوحت بين (٣٧٥ و ١٣٩٦)م/اليوم، ويدعم هذا الاتجاه معدلات الانتقالية التي تراوحت بين (١٨٠٠ و٦٧٠٠)م٢/اليوم.

٤- من نتائج الاختبارات التي أجريت على البئر P27 يتضح أن هبوط مستوى المياه في طبقة أم الراضومة Drawdown يتأثر بالنفاذية الأفقية بمنطقة الرس علاوة على تأثرها بالمعدل الذي قد يستشعر به Sensed من فقدان طاقة التدفق Head Loss، ونعني به مدى العلاقة القوية، والاتصال الواضح بين منطقتي الرس وأم الراضومة في هذا الموقع، فطالما بلغنا حالة من التعادل وتحققت، وطالما توفرت شروط التوافق بين تحليل البيانات المعتمدة على عمليات الضخ من البئر، وتلك التي تبنت طريقة قياس المستوى، فإن النتيجة حسبما أعتقد تكون مقبولة ومرضية.

٥- ترتفع معدلات النفاذية في منطقة البئر رقم P27 وخاصة في الآفاق العليا من تكوين أم الراضومة مرات عديدة قدر النفاذية في الطبقات التي تعلوها من تكوينات الرس، وسبب ذلك وجود طبقة من الصوان تنتمي لتكوين «أم

الراضومـة» وتعتلي طبقاته، هذه الخـصائص تعززها كـمية المياه المتـجة من أفق الصـوان، إذ تبين أن البئـر المذكـورة تتعـمق إلى (١٢١,٩)م، وأثناء ضخ الميـاه انخفض المستوى (كما أشـار إكلستون)، بمقدار ثابت مترا واحـدا كأقصى حد، حدث هذا خلال مدة لا تتعدى (١,٥) دقيقة، حيث بلغت كمية المياه المستخرجة في حدود (٩)لتر/الثانية، ثم استقر الوضع على هذا الحال لمدة (٢٤) ساعة.

٧- الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الجوفية:

نسعى من خلال دراستنا للخـصائص الهيدروكيميائيـة توضيح مدى ملاءمة المياه الجوفية نوعا للاستخدامات الآدمية، ومناسبتها لمختلف أنواع الزراعات المتاحة في شبـه جزيرة قطر، والذي يـهمنا التـركيز عليـه في هذا المقام يمكـن رصده في النقاط التالية:

* مجموع الأملاح الصلبة الذائبة TDS.
* تركيز الصوديوم.
* التركيز الأيوني للكربونات والبيكربونات في المياه.
* تركيز الكالسيوم والكبريت.
* تركيز الفلورايد.
* تركيز العناصر السامة كالبورون Toxicity Elements.

سنولي دراسة مجموعة الأمـلاح الصلبة أهمية من خلال تحليل الخرائط التي تم الحصول عليها، ثم نتـبعها بدراسة لبقية العناصر مسـتعينين بقدر الإمكان بما قد يتوافـر لدينا من قطاعات رأسيـة، فنكون قد أحطنا بموضـوعنا في توزيع الأملاح أفقيا ورأسيا.

أ/ ٧ مجموعة الأملاح الصلبة الذائبة: TDS

وهي التي نعني بها مـجموعة الأملاح المتـركزة في التربة أو المياه الجـوفية، وليست التركز النوعي للأيونات، وهذه الأملاح تقاس بالجزء لكل مليون جزء، أو أنها تقاس حسب التركز من خلال التوصيل الكهربي EC بالميكروموز في السنتيمتر عند درجة حـرارة (٢٥°) مئوية، ويرمـز لها ($mmho.m^{-1}$). ورغم أن العلاقة بين مجموع الأملاح الـصلبة الذائبة والتوصيل الكهربي غير مـستقرة Variable ولكنها



موجودة لأن توصيل المحلول يتزايد مع تزايد تركيز الأيون، فقيم التوصيل الكهربي لهذا ترتبط ارتباطا قويا بالمحتوى من المواد الصلبة الذائبة في المياه الجوفية، ويمكن التعبير عن هذا المعنى رياضيا بالقول أن المواد الصلبة الذائبة (ملليجرام/ اللتر) تعادل ٠,٥٤ × قيمة التوصيل الكهربي (ميكروموز/ السم٣)، ولكن حسبما ذكر (إكلستون ص١١/ ١) أن هناك علاقة خطية إذا تخطى المزيج الملحي (١٠) ميكروموز/ السم٣، هذه العلاقة التي تم استخراجها نصوغها على النحو التالي:

$$TDC\ (mg/1) = 0.81\ EC\ (umos.cm^{-3}) - 39.4$$

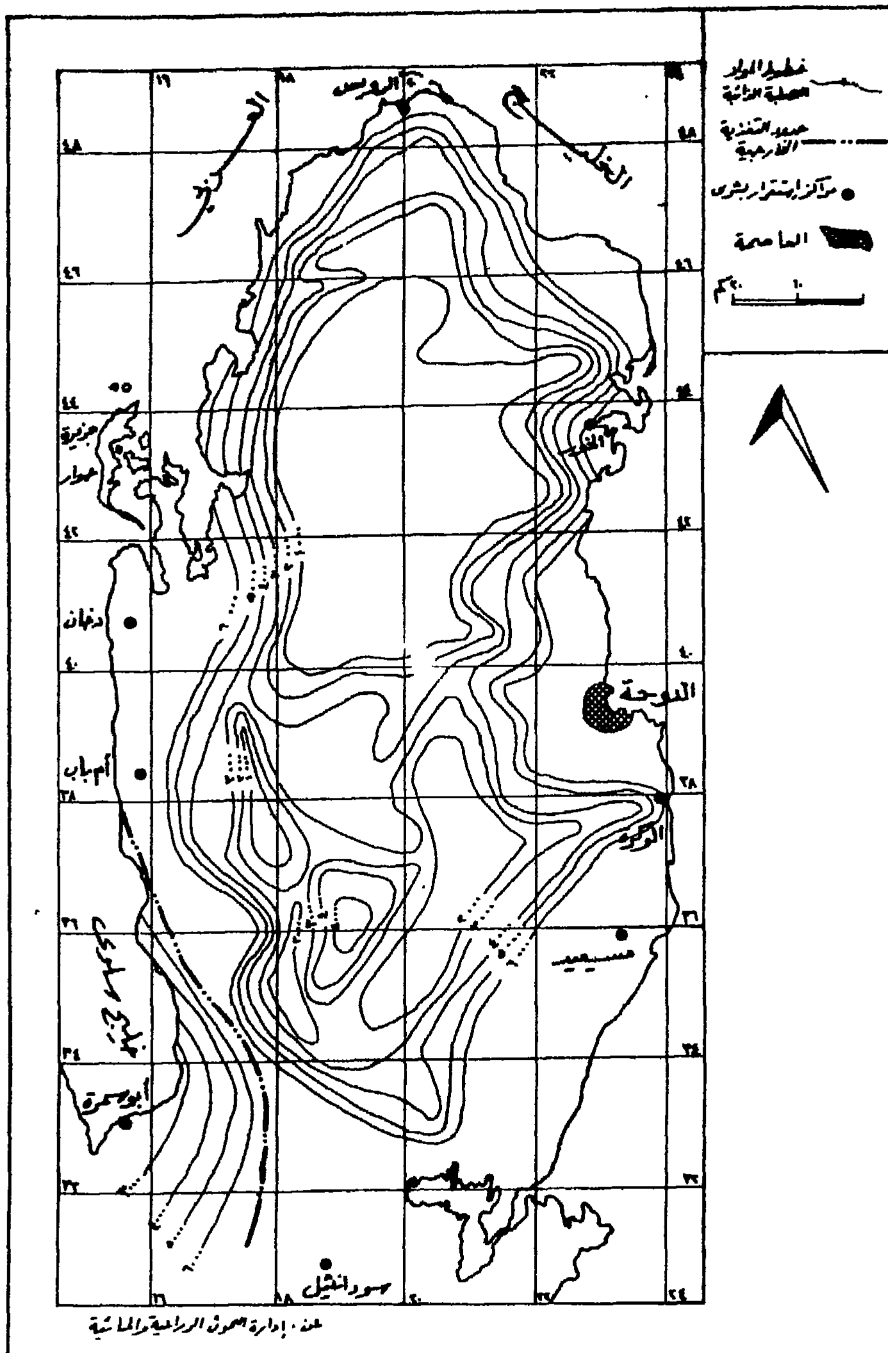
وقد بلغ معامل الارتباط في حدود (+٠,٩٩) بمعامل تحديد (٩٨٪)، وقد تم اعتماد التوصيل الكهربي كمعيار لتصنيف ملوحة المياه لسهولة وإمكانية استخدامه للقياس في الميدان، ولكي نحصل على مجموع المواد الصلبة الذائبة نضرب التوصيل الكهربي في ٠,٧٥ أي:

$$TDS = 0.75\ EC\ at\ 25^{\circ}C$$

وفيما يلي نحاول دراسة مجموعة خرائط خطوط تساوي مجموع الأملاح الصلبة الذائبة المتوافرة لدينا - وهي للأعوام ١٩٧١، ١٩٨٠، ١٩٨٨ لنقف من ثم على مدى التغير الذي حدث لها خلال هذه الفترة:

* خريطة خطوط تساوي الأملاح (جزء/ المليون) سبتمبر ١٩٧١: (رقم ٦-٣٢)

١- تتركز فئة الأملاح التي تقل عن (١٠٠٠) جزء/ المليون، في منطقتين، تقع الأولى في النصف الشمالي وهي الأعظم مساحة، وتمتد بين الإحداثيات (٤٠-٤٦) شمالا و(١٨-٢٢) شرقا، وقد تتخطى الإحداثي (٢٢) قليلا باتجاه الشرق في قطاعين، الأول يتوغل حتى الذخيرة، والثاني مقابل بلدة سميسمة، وتقع المنطقة الثانية في غرب الجنوب إلى الشمال من طريق «الدوحة - أبو سمرة»، وإلى الغرب قليلا من نقطة تقاطع الإحداثيين (٣٨) شمالا (١٨) شرقا، وترتكز في امتدادها على محور شمالي غربي (رغين البحث) وجنوبي شرقي (أم الصوَّب)، ويبدو أن هاتين المنطقتين كانت تميزهما في تلك الفترة تغذية مطرية جيدة تقلل من تفاقم مشكلة الأملاح الذائبة رغم الإنتاج المكثف لآبارهما.



شكل رقم (٦-٣٢)

خريطة الخطوط المتساوية لمجموع المواد الصلبة الذائبة (جزء في المليون) في شبه جزيرة قطر ١٩٧١

٢- فئة تتراوح نسبها بين (١٠٠٠-٢٠٠٠) جزء/ المليون: هذه الفئة تتواجد إضافة إلى النطاق الذي يحيط بالفئة الأولى في منطقتين تقعان في النصف الجنوبي، إلى الجنوب من خط عرض الدوحة، وهما عبارة عن مثلثين، الأول يندس رأسه باتجاه الوكير وتتفق قاعدته مع الإحداثي (٢٠) شرقا تقريبا، وتبرز رأس الثاني باتجاه الغرب لتقابل عين حماد، ويبدو أن هاتين المنطقتين تنتميان إرسابيا للسحنة الكبريتية والسحنة الكربونية على التوالي، وبالتالي قد تتشابه المنطقتان في الأملاح تركزا، وتختلف نوعا.

٣- فيما عدا ذلك تأخذ الأملاح في التزايد (نستثني الجزء الجنوبي الغربي) باتجاه الشواطئ القطرية حيث تصل إلى أكثر من (٦٠٠٠) جزء/ المليون، هذا التزايد يظهر بشكل يلفت النظر في منطقتين من مناطق التركز السكاني الحديثة في الوكرة، واستخراج المياه الجوفية المكثف في الخور.

٤- من الجدير بالملاحظة وجود منطقة شبه دائرية تمتد بين الكرعانة في الشمال والخرارة في الجنوب وتقع بين الإحداثيين (١٨ و ٢٠) شرقا، وينصفها الإحداثي (٣٦) شمالا، هذه المنطقة تتزايد فيها نسب الأملاح الذائبة من المحيط الذي يمثله خط تساوي (٣٠٠٠) جزء/ المليون باتجاه المركز حيث التركز يصل إلى أكثر من (٥٠٠٠) جزء/المليون، وهي من حيث التوزيع تشكل الحدود الجنوبية القصوى للمنطقة (ب)، وتختزن مياهها ضمن السحنة الكبريتية الإرسابية.

٥- يبدو أن خطوط تساوي الأملاح المذابة في الطرف الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر تخالف قاعدة التزايد باتجاه الشواطئ القطرية، ويتدرج فيها منحنى الملوحة صعودا باتجاه اليابسة، فمن حوالي (٣٠٠٠) جزء/المليون، على طول القطاع الساحلي المقابل لموقع أبو سمرة إلى (٦٠٠٠) جزء/المليون في نطاق يمتد على شكل قوس إلى الجنوب من «أبو طريفه» عند الإحداثي (٣٦) شمالا باتجاه الجنوب الشرقي عبر وادي الجح، ثم يتجه نحو الجنوب الغربي صوب قرن أبو وائل مرورا بمزرعة الأغنام، يعكس هذا الوضع أثر تسرب المياه من العربية السعودية إلى خزاناتها في قطر.

* خريطة خطوط تساوي مجموع الأملاح سبتمبر/أكتوبر ١٩٨٢: (رقم ٦-٣٣)

ومصدرها (إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، ص٦٢)، وهي توضح في توزيعها المكاني مجموع الأملاح الصلبة الذائبة عبر خطوط تساوي التوصيل الكهربي للمياه الجوفية المختلطة من كلا التكوينين الرس والطبقة العليا لأم الراضومة اللذين يؤلفان معا طبقة المياه (١) ومنها نستخلص:

١- فئة يقل فيها مجموع الأملاح عن (١٠٠٠) ميكروموز/ السم، وتنحصر منطقة التغذية هذه Recharge Zone في النصف الشمالي بحيث تنطلق من الإحداثي (٤١) شمالا باتجاه الشمال حتى منطقة تقع دون الإحداثي (٤٦) شمالا بقليل، وتضيق في الجزء الجنوبي، بحيث تمتد بين الإحداثيين (١٩ و ٢١) شرقا، وتتسع بالاتجاه شمالا ليقترب حدها غربا من الإحداثي (١٨) شرقا، وقد يتخطى حدها شرقا، الإحداثي (٢٢) شرقا ليدنو من الذخيرة، ونلاحظ منطقة لهذه الفئة شبيهة بما أوردتها خريطة ١٩٧١، ولكنها أقل منها امتدادا محوريا، وأكثر اتساعا عرضيا، وبما أننا استخدمنا خريطتي مجموع الأملاح الصلبة الذائبة والتوصيل الكهربي فلابد في هذا السياق من ملاحظة أن بعضا من العينات قد تعكس خصائص المياه المختلطة التي تم ضخها من مستويات مختلفة (إكلستون، ١٩٨١، ص٨/ ٩).

ومن وجهة النظر الزراعية، فإن الحد الأعلى من التوصيل الكهربي المناسب للتربة الكلسية الثقيلة في شمال قطر ينبغي ألا يتعدى (٢,٣) ميكروموز، وقد يكون محتملا إلى حد ما Tolerable إذا بلغ (٣,٥) ميكروموز، وإلا ستعاني التربة فيما بعد ذلك مشكلات أساسها الملوحة. أما في التربات الرملية المفككة في الجنوب القطري (نطاق الكثبان الرملية) فقد يصل الحد الأعلى المقبول للتوصيل الكهربي إلى (٦) ميكروموز مع احتمال أن يرتفع إلى حد غير مقبول مسجلا (١٠) ميكروموز، رغم أن التجارب الزراعية التي أجريت في قطر أثبتت Substantiate هذا تماما.

٢- فئة تتراوح قيمها بين (١٠٠٠ و ٢٠٠٠) ميكروموز/ السم، وتقع محيطة بالفئة الأولى ضمن منطقة التغذية في النصف الشمالي من قطر، وتمتد بين الإحداثيات (٤٠-٤٦) شمالا و(١٨-٢٢) شرقا، إضافة إلى ذلك توجد

الخليج العربي

الرويس

مسيكة

روضة الفرس

الذخيرة

أم الشنوط

الخور

الجميلية

جزيرة حوار

دخان

وادي الوسيل

النعمانية

أم الأفاعي

الدوحة

أم المواقع

السيلية

أم باب

الوكرة

الوكير

مسيعيد

الكرعانة

الخرارة

خليج سلوى

أبو سمرة

سودانثيل

شكل رقم (٦-٣٣)

المصدر: عن هرمش ويوسفي ١٩٨٥

خريطة خطوط تساوي مجموع الأملاح الكلية لعام ١٩٨٢



منطقتــان صغيرتان شــبه دائريتين، تقع الأولى في منطقــة الكرعانة متفــقة مع امتداد الإحــداثيات (٣٧-٣٩) شمالا و(١٧-١٩) شرقــا، وتقع الأخرى على نفس خط العرض، ولكن في الجانب المقابل لمدينة الوكرة، وهي أكثر اتساعا، إذ تمتد بين الإحــداثيات (٢٠-٢٣) شــرقا، وهناك منطقــة مثلثة الشــكل تمتد جنوب شرق الخرَّارة بين الإحداثيات (٣١-٣٥) شمالا، (١٩-٢١) شرقا.

٣- من الخريطة يتبين أن التزايد في مجمــوع الأملاح يتدرج من وسط شبه الجزيرة باتجاه الساحل، تشذ عن هذه القــاعدة العامة منطقتان صغيــرتان تقعان ضمن نطاق الرواسب الكبريتــية، مما قد يوحي بأن التــغذية قد تتم داخل التــراكيب الانهيارية، أو في المساحات التي تتم تفريغها بعد إذابة الجبس، الأولى تقع في منطقة الخرارة، وتمتد من العامرية باتجاه الشمال الشرقي، يمر بمركزها الإحداثي (٣٦) شمالا، ويتدرج فيها مــجموع الأملاح من الأطراف باتجاه المركز، حيث تتراوح بين (٣٠٠٠ وأكثر من ٥٠٠٠) مــيكروموز/ السم، وتقع الأخرى في أقصى الجنوب الغــربي، حيث يتــدرج منحنى مجــموع الأملاح صــعودا من ساحل خليج سلوى باتجاه الشرق والجنوب الشرقي (صوب اليابسة)، وتتراوح قيــمها مــا بين (٤٠٠٠ و ٧٠٠٠) ميكرومــوز/ السم، ولهذه الحــالة ارتباط بتدفق المياه الجوفية من العربية السعودية.

٤- يلاحظ أن خطوط تســاوي مجمــوع الأملاح الذائبــة تتقوس نحــو الداخل في منطقتين، الأولى أمام الدوحة، والثانية في منطقــة الكرعانة، ويعتقد بأن لهذا التقوس علاقة بانخــفاض مستويات المياه الجوفية من جــراء الاستخراج المفرط وتدخل الميــاه المالحــة، أو حــدوث مــا يســمى بــالشكل المخــروطي المقــعر Up-Coning كفوهة البركان (إكلستون، ١٩٨١، ص٨/ ٩).

*** خريطة خطوط تساوي مجموع الأملاح الذائبة (سبتمبر ١٩٨٨): (رقم ٦-٣٤)**

تبدي هذه الخــريطة اختــلافا مثــيرا للتســاؤل عما لمسناه مــن تحليل الخرائط السابقة، وسيتضح ذلك من النقاط التالية:

١- احتفظت المنطقة الرئيسة التي تقل فــيها الأملاح عن (١٠٠٠) ميكروموز/ السم بموقعــها مع تعــديلات بسيــطة حدثت لتــوزيعهــا الأفقي من جــهتي الشــمال



عن : إدارة البحوث الزراعية والمائية

شكل رقم (٦-٣٤)

خريطة الخطوط المتساوية لمجموع المواد الصلبة الذائبة (جزء في المليون)
في شبه جزيرة قطر ١٩٨٨

والشرق، ويرتبط هذا التراجع بمقـدار السحب المتواصل من المياه الجوفـية لسد حاجة الزراعـة المتنامية في هذين الجانبين، تتْبع لهذه الفئة مواقع صـغيرة ربما تكون قد انشطرت عن التجمعات التي ظهـرت في الخرائط السابقة فغدت بؤرا متناثرة، فـمنها ما نشـاهده في أقصى شـمال قطر إلى الشمـال من الإحداثي (٤٦) شمالا ممثلة بحـقل مسيكة، ويحتمل أن تكون قـد انفصلت عن المنطقة الرئيسة بعـد أن ازداد الضغط على المياه الجوفـية فتشكَّل حزام حـاجز من المياه التي باتت تعـاني أملاحـا ذائبة بلغت (٤٠٠٠) مـيكروموز/السم، أمـا البؤر الأخرى فتظهر في النصف الجنوبي، فبؤرة الكرعانة كحال البؤرة الشمالية، أما الأخريتان فتقـعان بين الإحداثيين (٢٠ و٢٢) شرقا، بينما تمتد الشمـالية منهما عرضيـا بين الإحداثيين (٣٦ و٣٨) شمالا، وتقع الجنوبيـة في منطقة ترينا إلى الجنوب مباشـرة من الإحداثي (٣٤) شمالا، وقد نعـزو تشكل هاتين البؤرتين إلى عوامل التغذية التي استقبلتهما مع ترشيد عمليات السحب والاستهلاك.

٢- تزايد تقوس خطوط تـساوي الأملاح الذائبـة التي بدت واضحة أمـام الدوحة وإلى الغرب من الكرعانة، وظهور تقوس حديث ملازم في توغله نحو الشرق للإحداثي (٤٠) شمـالا، ويبدو أن استنزاف المياه الجوفـية في المنطقة الوسطى من قطر وخاصة في محيط أم المواقع وأم القهاب كان سببا رئيسا أدى إلى هذا الوضع، نتبعه بانخفاض عمليات التغذية البديلة من الأمطار أو التغذية الجانبية من الطبقات الأخرى.

٣- ما برح مجموع الأملاح الصلبة الذائبة يتزايد انطلاقا من الوسط باتجاه الساحل على الجانبين، حـيث يصل إلى أكثر من (٧٠٠٠) ميكروموز/ سـم، نستثني من ذلك منطقـتين الأولى تـقع في وسط الجنوب وتمتـد من الإحـداثي (٣٤) شمالا عـبر شعبتين تفـصلهما بؤرة حديثة العـهد في هذا الموقع، هذه البؤرة ذات الاتجاه الشمالي الشرقي - الجنوبي الغربي، تتـراوح قيمها التي تتزايد من المركز باتجاه الأطراف بين (أقل من ٢٠٠٠-٣٠٠٠) ميكروموز/ السم.

أما الشـعبتان فتـلتحمان إلى الشـمال من هذه البؤرة، لتشكل منطـقة واحدة تستمر في اتجـاهها صوب الشمال لتتخطى خـط عرض الوكرة الذي يتفق مع

الإحداثي (٣٨) شـمالا، ويبـدو أن هذه المنطقة التي كـانت متـمركـزة حول الحرارة (راجع الخـريطة السابقة) اتسـعت أفقيا في هـذا الاتجاه نتيجـة الضغط المتزايد على الميـاه الجوفية في أم المواقع، بـينما احتفظت بقـيمها السـابقة من الأملاح الذائبة، هذه الحالة قد نسـتنبط منها خاصيتين، **الأولى** وجود اتصال هيدروليكي بين مناطق الجنوب، **والثانية** توافر مصدر تغذية مائية لها ساهمت في عملية التوازن والمحافظة على نفس القيم السابقة.

٤- استـمر الوضع في أقصى الجنوب الغـربي حسب التدرج السـابق الذي يقضي بتزايد الأملاح صوب اليابسة (من خليج سلوى إلى البرّ القطري)، وهو وضع إقليـمي، ولكن الملاحظ هو تدني مجـموع الأمـلاح الذائبة لـتتراوح مـا بين (٣٠٠٠ و ٦٠٠٠) ميكرومـوز/ السم، وليس لهذا عـلى ما أعتـقد عـلاقة بخفض الإنتـاج من المياه الجوفيـة، وإنما يحتمل أن يكون للتغـذية المحلية من الأمطار، والإقليمـية عـبر التدفق البـاطني للمياه من الـعربية السـعودية دور أساسي في التعويض وبالتالي كسر حدة الأملاح الذائبة.

ب/ ٧ تركيز الصوديوم:

من الجدير بالاهتمام في هذا المقام - ما دمنا نحاول السعي إلى تحديد أفضل استعمالات للمياه الجوفيـة - أن نعي تماما إلى أي مدى يمكن أن تتزايد نسبة قابلية الصوديوم للتبادل Exchangeable Sodium Percentage من جراء درجة إدمصاص الصوديوم لمـياه الري .S.A.R، وقد نشـرت منظمة الأغـذية والزراعة التـابعة للأمم المتحدة .F.A.O جدولا نورده كالتالي:

جدول رقم (٦-٣٦)(*)

تصنيف مياه الري حسب كمية تركيز مجموع الأملاح الصلبة الذائبة ودرجة إدمصاص الصوديوم في الماء

التوصيل الكهربي EC (تركيز الأملاح ميكروموز/ السم/ ٢٥م ْ	التركيز الملحي غرام/ اللتر	درجة ادمصاص الصوديوم S.A.R.	صنف المياه
أقل من ٢٥٠	أقل من ٢,٠	أقل من ٣,٦	ملوحة منخفضة
٢٥٠ - ٧٥٠	٠,٢ - ٠,٥	٣,٦ - ٧,٠	ملوحة معتدلة إلى متوسط
٧٥٠ - ٢٢٥	٠,٥ - ١,٥	٧,٠ - ١١,٠	ملوحة متوسطة إلى مرتفعة
٢٢٥٠ - ٥٠ ٠	١,٥ - ٣,	أكثر من ١١,٠	ملوحة مرتفعة جدا

(*) المصدر F.A.O., Irrigation, Drainage and Salinity, London, PP 104-202.

فقد أشرنا سابقا أن بالإمكان الحصول (بالنسبة لدولة قطر) على مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في المياه بضرب قيمة التوصيل الكهربي EC في العدد (٠,٧٥) كما يمكن حساب درجة إدمصاص الصوديوم S.A.R. وفق المعادلة التالية:

$$S.A.R. = \frac{\text{الصوديوم}}{\sqrt{\frac{\text{المغنسيوم + الكالسيوم}}{٢}}}$$

وستتعامل ببديل مختصر لهذه النسبة في المتن بالتالي (د.ا.ص.). فالزيادة في قابلية التبادل تعتمد على نسبة الصوديوم الذائب إلى الكاتيونات Cations في المحلول، هذه العلاقة تبدو موجبة وقوية بين تزايد نسبة الصوديوم وتزايد الأخطار المترتبة على ذلك، ولهذا يمكن التعبير عن مدى خطورة الصوديوم من خلال قيمة (د.إ.ص.)، والتركز الملحي الذي يرمز له غرام/ لتر كما هو واضح في الجدول.

ويبدو أن (د.إ.ص.) في المياه المستخدمة للري في قطر تتفق والتوزيع الأفقي لمجموع الأملاح الصلبة الذائبة، بمعنى أن أدنى قيم (د.إ.ص.) تتركز في منطقة التغذية الرئيسة في شمال قطر، هذه المنطقة يمثلها خط تساوي (٤٠) ملليجرام/ اللتر، ثم تتزايد بشكل يلفت النظر باتجاه الساحل حتى تبلغ أوجها (٢٥٠٠) ملليجرام/ اللتر في منطقة الريان، وعليه فإن خطورة الصوديوم بالتالي تتفق مع هذا التدرج، نستثني من هذا التدرج كما تبين لنا عند دراسة خرائط التوزيع الأفقي لمجموع الأملاح في الجزء الجنوبي الغربي الذي تحتضن مياهه الجوفية من جانب طبقة أبروق (العلات)، ويرتبط من حيث سريان المياه الجوفية إقليميا من جانب آخر بالعربية السعودية.

وبناء على ما سبق تصنف مياه منطقة التغذية الرئيسة التي يبلغ فيها مجموع الأملاح الذائبة بين (٦٠٠-٨٥٠) ميكروموز/ السم حسب الجدول السابق ضمن النوع الثاني (ملوحة معتدلة إلى متوسطة $_3C_2 - S_2$)، أي أن (د.إ.ص.) قد تبلغ في حدود (٧)، فإذا تخطت القيمة (٨) تسبب ذلك في انخفاض نفاذية التربة، ويحدث هذا - على سبيل المثال - لأيونات الكالسيوم التي تحل محلها عندما

تتشـربها ذرات الصلصال أيونات الصوديـوم، كما يعمل الجـبس في التربات التي يتـوافر فيـها على تـعديل الأثر الناجم عن تزايد الصـوديوم في ميـاه الري، هذه الخاصية تنفرد بها الرمال المفككة في جنوب قطر بشرط احـتوائها على نسبة معقولة من الجـبس، علمـا بـأن (د.إ.ص.) تتـراوح في مـيـاهـهـا بين (٠,٧-٧,٥)، (إكلستون ١٩٨١، ص١١/٢)، وهذه القيم تضـعها حسب الجـدول السابق ضم المياه ذات الملوحة المتوسطة إلى المرتفعة، والتي يرمز لها ($_2C_2$-S_3).

جـ/ ٧ التركيز الأيوني للكربونات والبيكربونات في المياه:

تركيز البيكربونات HCO_3 (القلوية Alkalinity) عبارة عن كـمية الكربونات الذائبة في المياه Dissolved، ففي الأحوال العادية لمدرج الأس الهيدروجيني (pH)، تمثل البـيكربونات إحـدى أهم الأنواع التي تعـمل على توازن مجـمـوعة العناصـر الكربونية المؤكسَدة (بفتح السين) والذائبة في الماء، فلو فرضنا أن قيمة الـ (pH) تبلغ (٧)، فإن البيكربونات تشكل (٨٢٪)، والنسبة الباقية تخص (H_2CO_3)، فإذا بلغت قيمة (pH) حوالي (٨,٥) فإن جميع الكربونات الذائبة تكون على شكل بيكربونات (HCO_3)، ويتضح أن المصدر الرئـيسي لأيون البيكربونات في الماء يتمـثل في الحجر الجيري والدولومايت الراسب السائد في شبه جزيرة قطر.

يبدو أن ميـاه التغذية ذات الأس الهيدروجيـني المنخفض مردها إلى كل من التربة وثاني أكـسيد الكربـون الجوي، هذه المياه تتـفاعل مع الدولومايت والحـجر الجيـري المذاب وتضبطهـا معـاملات التـشبع الخاصـة بالكلسايت والدولـومايت، ومادامت البـيانات كمـا أشار (إكلستون، ١٩٨٥، ص٨/٢٣) تكشف عن فروق عالية جدا وضمن مسافات قصيرة، فمن غير الممكن تمييز Discern أي نمط توزيعي لتركيز البيكربونات، وعزى ذلك إلى عوامل من بينها:

* معاملات التشبع المتبادلة.
* احتمال التفاعلات المتبادلة للأيون التي قد تغير التركيب الكاتيوني للمياه، وتؤثر على التركيز المتوازن.
* تناقص الضغط الجزئي لثاني أوكسيد الكربـون (CO_3) بعيدا عن منطقة التغذية.

فـالمياه المسـتـعملة في الصناعـة، يجب أن تقل بهـا أمـلاح الكبريتـات أو البيكربونات؛ لأن كـثرتها تسبب صـلابة غير مقـبولة (**حسن عبـد القادر صالح، ص١٢٥**)، كـما أن ارتفـاع نسب الحـموضـة أو القلوية يجـعل من غيـر الممكن استعمالها في الأغراض الصناعية.

U.N., Water Resources Project Planning, Water Resources Series No. 41, New York, (1972), P. 81.

د/ ٧ تركيز الكالسيوم والكبريت:

يتبين أن تركيز أيون الكالسيوم والكبريت في المياه الجوفية لا يعتبر معيارا يمكن من خلاله تحديد نوعية مياه الري، وإنما دعت دراستهما لأنهما الكالسيوم والكبريت (الجبس) يتواجدان بكميات كبيـرة في تربات النصف الجنوبي على هيئة كثبان رملية مفككة، وفي تربات المنطقـة الهضبية من جـانب، ولأن هذين النوعين من التربات يمكن أن تبنى عليهما من جانب آخر الخطط المستقبلية لتطوير الزراعة في قطر.

فالجبس - إذا ظهر على هيئة بلورية - يحقق لنا تربة تتميز بنيتها بالنفاذية، لذا لابد أن نضع في الاعتـبار - كي نصون هذه الخاصـية - قرينة تشبع الجـبس من مياه الري، وقد أوضح إكلستون مـن خلال الخريطة التوزيعية لقرينة تـشبع الجبس أن المياه ذات الملوحة المتدنية في شمال قطـر غالبا ما تكون دون حالة تشبع Undersaturated بالنسبة للجبس، ولكن المياه ذات الملوحة المتوسطة غالبا ما تكون متشبعة.

يبدو أن ري المزروعات في التـربات الجبسية بمياه ذات ملوحة مـتدنية وتلك التي لم تبلغ درجة التشـبع بعد، قد تؤدي إلى إذابة عناصر الجـبس ومن ثم انهيار بنية التربة، وبناء عليه اقترح إكلستون أن يتم ري المزروعات في منطقة العشرة بمياه الصرف المعـالجة، وقد تم بالفعل مد خـط أنابيب بطول (٤٠) كم إلى هذه المنطقة بيد أنه لم يستخدم لعدم الـبدء في التطوير الزراعي الذي كان مخططا له من قبل، وبالتالي يجـري حاليا ضخ هذه الميـاه إلى أحواض التبخـير في أبو نخلة (**الورقة القطرية، ١٩٨٦، ص٤٧**).

وما دمنا نعالج مـوضوع تركيز الكالسيـوم فينبغي أن نشير إلى عـلاقته بأخطار البـيكربونات مع الاستـعانة بعنصـر المغنيسـيوم؛ لأن التـغيـر في تركيـز الكالسـيوم

والمغنيسيوم بسبب التساقط أو ذوبان الكربونات الحمضية، يعتبر عاملا حاسما يؤثر في الصيغة النهائية لـ (د. إ. ص.)، وهناك اتجاه بالنسبة لمياه الري التي تحتوي على نسب تركز مرتفعة من أيون البيكربونات يرجح بأن الكالسيوم والمغنيسيوم (على نطاق ضيق) يترسب في هيئة كربونات حالما يغدو محلول التربة أكثر تركيزا، مما يترتب عليه التزايد في درجة ادمصاص محلول التربة وبالتالي التزايد في نسبة قابلية الصوديوم للتبادل في هذا النمط من التربات، فتنخفض من جراء ذلك معدلات النفاذية.

والشواهد في قطر تشير إلى أن تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم يزيد على نحو لايتغير من تركيز البيكربونات والكربونات، يستثنى من ذلك ما تمت معاينته من مياه الآبار (B42a, B22, A19) الواقعة على طول القوس القطري (راجع الخريطة رقم ٦-٢١)، وتتراوح قيم تركيز البيكربونات ما بين (٢,٥ و ٧,٠) ملليجرام تكافؤ/ اللتر (Milliquivalent per Litre (meq/1)، وبوسيط بلغ (٣,٥) ملليتكافؤ/ اللتر رغم ما يتميز به هذا التركيز من مدى واسع لقيم الملوحة.

هـ/ ٧ تركيز الفلورايد:

يعتبر الفلورايد من المعادن المندمجة Incorporated في الكربونات، ويكون على هيئة فلورايد الكالسيوم (CaF2)، أو (الفلورسبار)، وعادة ما تختزن نباتات الكوكوليث Coccolith بعضا منه في بنيتها أثناء نموها، وقد تبين أن في مقدور معادن الصلصال استخلاص أيونات الفلورايد من محاليل مائية Aqueous Solutions، كما ثبت أن نسبة تركيز الفلورايد في مياه الخليج العربي تعادل (١,٢٥) ملليجم/ اللتر، وهي بهذا تقع ضمن المعدل الطبيعي مقارنة بمياه بحار أخرى تتراوح نسبها ما بين (٠,١-١,٤) ملليجم/ اللتر.

يتبين أن مناطق التغذية الرئيسة في الشمال القطري والمتفقة تقريبا مع الإحداثيات (٤٢، ٤٧) شمالا، (١٩، ٢٢) شرقا، وبعض المواقع والحزوم المرتفعة في فويرط، وبعض آبار مزرعة الحكومة، والخرسعة والكرعانة والخرارة والغشام، تتراوح فيها نسب التركيز بين (٠,١٥ و ١,٠) ملليجم/ اللتر، بينما تبلغ أقصاها في مناطق الخور والريان وروضة راشد وعين حماد وبعض مياه الآبار في وادي العريق (٢,٥-٣,٤) ملليجم/ اللتر. ويبدو أن تركيز الفلورايد - كما أوضحنا -

يرتبط بالكالسيوم، فالنسب المرتفعة من الفلورايد تتمثل في وسط وجنوب قطر، في حين تظهر نسبه المتدنية في مياه الآبار ذات التركيز المرتفع من الكالسيوم، وخاصة بقرب الساحل، ليس هذا فحسب، بل يرتبط الفلورايد كذلك في علاقة مع كل من الكلورايد والكبريت، فنلاحظ أن نسبه سرعان ما ترتفع في المناطق الكربونية في حين تبقى معدلات تركيزها ثابتة مع تزايد الكلورايد والكبريت في الماء.

و/ ٧ تركيز العناصر السامة في المياه: Toxicity Elements

توجد العناصر السامة كالبورون Poron في كل من التربة والمياه الجوفية، وقد يؤدي التزايد في تركيز أيوناته إلى أضرار للمحاصيل الزراعية والإنسان، ويبدو أن أدنى تركيز للبورون في المياه الجوفية يتفق وتوزيع مناطق التغذية سواء في شمال قطر أو في وسط الجنوب، ولهذا تصبح العلاقة قوية ومتلازمة بين ملوحة المياه وتركيز البورون، ففي المناطق الشرقية من شبه جزيرة قطر حيث ملوحة المياه المرتفعة من جراء الزراعات الكثيفة واستخدامات المياه الجوفية المفرطة، ترتفع مناسيب تركيز البورون لتصل إلى أكثر من (١,٥) مللجم/ اللتر مقارنة مع وسط الشمال والجنوب وحتى أقصى الطرف الجنوبي الغربي من قطر حيث تبلغ مناسيب تركيزه (٠,٥) ملليجم/ اللتر، ومن الجدير بالملاحظة أن نشير إلى أن الموالح Citrus أكثر المزروعات حساسية للبورون عند أدنى قيم للتركيز، إلا أن أشجاره قد تنمو في الجزء الشرقي لقطر حيث تزيد مناسيب التركيز على الحدود المقترحة (٠,٣ - ١,٠) ملليجرام/ اللتر.

٨- التغير في ملوحة المياه الجوفية:

نحاول في هذه المعالجة - إضافة إلى ما عرضناه سابقا - أن نلقي الضوء على توزيع التغير في الأملاح أفقيا ورأسيا، فمن الناحية الأفقية نستعين بثلاث خرائط: إحداهما للفترة (١٩٧٢-١٩٨٠) ومصدرها (**إكلستون، ١٩٨١، ص٨/ ٤٨**)، والأخرى للفترة (١٩٧١-١٩٨٢) ومصدرها (**إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، شكل رقم ٢٢، ص٦٣**)، والثالثة تغطي الفترة (١٩٧٢-١٩٨٨)، ومصدرها (إبراهيم حرحش، قسم المياه الجوفية بإدارة البحوث الزراعية والمائية).



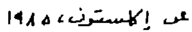
أ/ ٨ خريطة التغير في الملوحة للفترة (١٩٧٢-١٩٨٠):

تم تقسيم الخريطة (رقم ٦-٣٥) حسب درجات التزايد أو التناقص في الملوحة إلى ثلاث فئات، إضافة إلى توضيح مناطق تسلل مياه البحر صوب اليابسة، وركزت الخريطة على مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في المياه الجوفية لطبقات الرس، والطبقة العليا لتكوين أم الراضومة، وطبقة أبروق (العلات) في جنوب غرب قطر مقدرة بالملليجرام/ اللتر.

وفيما يلي دراسة لفئات خطوط التغير في الملوحة:

* **فئة تزيد فيها معدلات الملوحة على (١٠٠٠) ملليجرام/ اللتر:** تتميز هذه المنطقة بتوغل أو تسلل لألسنة من مياه البحر، وتنحصر على الساحل الشرقي في منطقة الدوحة التي نعتبرها تمتد من مسيعيد جنوبا عند الإحداثي (٣٥) شمالا تقريبا، حتى الإحداثي (٤٢) شمالا والتي يبدو أنها على وشك الاتصال بمثيلاتها في الخور، ومن الملاحظ أن التوغل لا يقتصر على شريط ساحلي خاصة مع خط عرض الدوحة، بل يصل إلى مناطق أبعد من الريان باتجاه الغرب ليطرق أبواب الشيحانية وأم المواقع، وهو أمر إذا تحقق لا قدر الله جد خطير، تقع منطقة التوغل الثانية جنوب الخور، ويمتد اللسان باتجاه الشمال الغربي حتى أوشك أن يغزو - إذا لم يكن قد حدث هذا - حقل آبار أم الشخوط، أما المنطقة الثالثة فتمتد في أقصى شمال قطر من رأس قرطاس في الشمال الشرقي حتى دوحة أسيود على الساحل الغربي إلى الجنوب من الزبارة. وهناك مناطق صغيرة: تقع إحداهما في السليمانية إلى الشمال الغربي من روضة الفرس في شمال قطر (البئر رقم A18)، والأخرى ضمن حقول روضة راشد وسببهما الضخ المتواصل والمكثف لمياه الآبار، والأخرى تقع في أقصى الجنوب الغربي إلى الغرب من منطقة وادي العريق.

* **فئة تتراوح فيها معدلات الزيادة في الملوحة بين (١٠٠٠-صفر) ملليجرام/ اللتر:** وتغطي تقريبا معظم شبه الجزيرة، فالهوامش المتاخمة والقريبة من الفئة الأولى قد تتأثر بتذبذب في معدلات الزيادة في الملوحة، بينما تعكس زيادة الملوحة في المناطق الأخرى استنزاف المياه الجوفية وهبوط مناسيبها، ومن ثم إحلالها بمياه أكثر ملوحة من الطبقات التي تقع أسفل منها.



عن إلكستون، ١٩٨٥

أكثر من ١٠٠٠ ملليجرام/لتر
من صفر - ١٠٠٠ ملليجرام/لتر
أقل من صفر ملليجرام/لتر
احتمال تسلل مياه البحر
١٠ ٢٠ كم

شكل رقم (٦-٣٥)

خريطة التغير في ملوحة المياه الجوفية (١٩٧٢-١٩٨٠)

* **فئة يتناقص فيها التغير في الملوحة**: هذه الفئة تمثلها أهم مناطق التغذية، **فالمنطقة الشمالية** ذات التطابق الهيدرولوجي والهيدروكيميائي تنحصر داخل خط صفر حيث يتناقص مجموع الأملاح الصلبة الذائبة إلى حوالي(-٣٥٠) ملليجرام/ اللتر، تتمركز هذه المنطقة في وسط الشمال وتغطي الأجزاء الشمالية حتى رأس قرطاس والغربية حتى الجميلية وشمالا بغرب حتى السويحلية والجنوبية الغربية حتى الإحداثي (٤٢) شمالا من منطقة الخور، بينما تتوغل نحو الجنوب في وسط شبه الجزيرة متخطية الإحداثي (٤٢) شمالا حتى حقول آبار العطورية والخريب، فالعزيلات هذه لها أهمية خاصة، إذ توضح إلى أي مدى تتسع المنطقة التي تتناقص فيها معدلات التغير في الملوحة، كما أنها تمثل نقط استقبال بعيدة تتدفق إليها المياه الجوفية العذبة من مصادرها في الوسط.

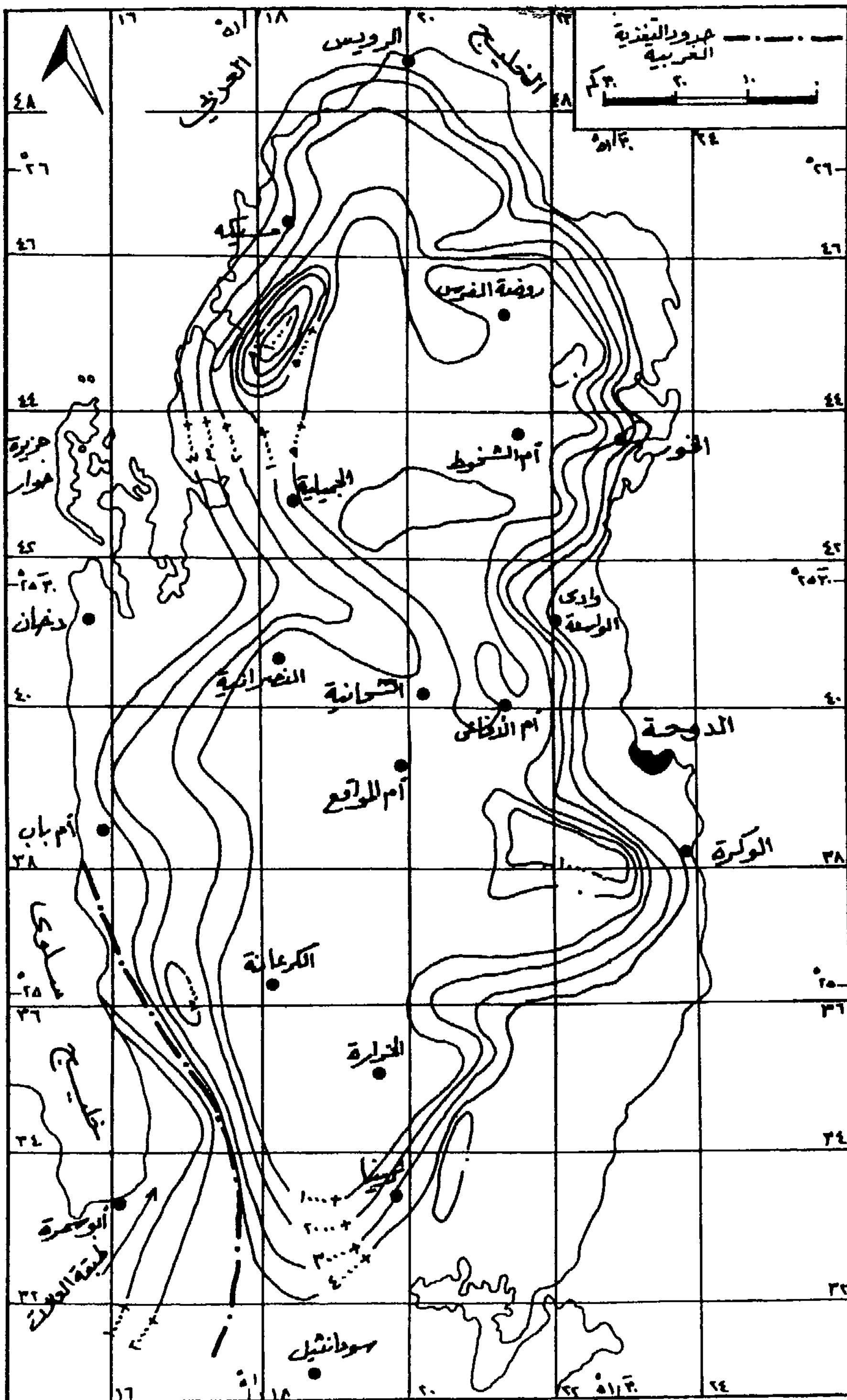
وتقع **منطقة التغذية الثانية** في وسط النصف الجنوبي متفقة مع الإحداثي (٣٨) شمالا، فهناك منطقة رئيسة تقع إلى الجنوب الغربي من روضة راشد، لتشمل منطقة الكرعانة، تتناقص فيها الأملاح إلى (-٣٥٠) ملليجرام/ اللتر، وهناك منطقة ثانوية تقع ضمن محيط الوكير، وترتكز كسابقتها على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وهي رغم وقوعها عند هوامش الفئة الأولى إلا أن منحنى التغير في الملوحة يهبط إلى حوالي (-١٥٠٠) ملليجرام/ اللتر، ويعتقد بأن تسرب مياه البحر إلى هذه المنطقة غير وارد ألبتة بدليل أن خط ملوحة (+١٠٠٠) يتقوس إلى الشرق منها نحو الخارج (إلى البحر)، فيما تقع **منطقة التغذية الثالثة**، في أقصى الجنوب الغربي وتقبع ضمن طبقات عضو أبروق (العلات) التي تمتد من خط عرض أبوسمرة في الشمال حتى حدود العربية السعودية في الجنوب، وهي منطقة لها وضعها الخاص، إذ يحدها شرقا الامتداد الجنوبي الشرقي لبنية دخان فعملت بالتالي كجدارٍ حَجَزَ مياه التغذية القادمة من مصادرها في العربية السعودية فكان النمط الارتوازي، وكانت التغذية المتواصلة التي أدت إلى اتجاه منحنى التغير في الملوحة نحو القاعدة (إلى أسفل)، حيث سجلت (-٢٠٠) ملليجرام/ اللتر.

ب/ ٨ خريطة التغير في الملوحة للفترة (١٩٧١-١٩٨٢):

عالجت الخريطة (رقم ٦-٣٦)، التغير في مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في المياه الجوفية على مدى اثني عشر عاما، واستخدمت الميكروموز/ السم، ومنها نستخلص التالي:

* فئة يبلغ فيها التغير في الأملاح نحو التناقص (-١٠٠٠-صفر) ميكروموز/السم، وتتركز - كما كان عليه الوضع في الخريطة السابقة - في منطقتين، **الأولى** في الشمال الغربي وهي التي تمثل عزيلا في منطقة السويحلية إلى الشرق تماما من الإحداثي (١٨) شرقا، وبين الإحداثين (٤٤، ٤٦) شمالا، وترتكز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، **والثانية** تتفق مع الإحداثي (٣٨) شمالا، وضمن محيط الوكير، وتتوغل نحو الداخل حتى الإحداثي (٢١) شرقا، وهناك بؤر صغيرة تنتمي لهذه الفئة، إحداها تقع إلى الشمال الغربي من الذخيرة ويمثلها البئر (A4) وتعتبر عزيلا متخلفا عن تلك التي ذكرها إكلستون في خريطته، والثانية في أقصى الجنوب الشرقي متفقة في موقعها مع خط عرض ترينا والإحداثي (٣٤) شمالا.
* فئة يبلغ فيها التغير في الأملاح بين (صفر - +٥٠٠) ميكروموز/ السم، يبدو أن هذه المنطقة تحتل رقعة كبيرة من وسط النصف الشمالي، فتشمل موقع «أم الأفاعي» وروضة هرمه في الجنوب، وتكاد تتوغل إلى حقل مسيكة في الشمال، ويلاحظ أنها تجنح نحو الجانب الشرقي وخاصة في منطقة الخور فتضغط على خطوط التغير في الملوحة فتعمل على زحزحتها تجاه الساحل من ناحية، وتؤدي إلى تلاصقها وتقاربها من ناحية ثانية، وهذا يعني أن هذا الجانب ينال - من حسن الطالع - قسطا وافرا من التغذية المائية الجوية منها أو الجوفية التي تتدفق صوبه، أما الجانب الغربي فيبدو أنه أقل حظا في التغذية من ناحية وأكثر استغلالا وخاصة القطاع الجنوبي الغربي، حيث تشير الخريطة إلى أن خطوط التغير في الملوحة تأخذ إلى الجنوب من الجميلية مباشرة في الانحراف صوب الجنوب الشرقي حتى حقول أم القهاب وأم الأفاعي، ولعل هذا التوغل الملفت للنظر يوحي - رغم ما تحظى به من تغذية - بتزايد استخراج المياه





شكل رقم (٦-٣٦)

عن: حرحش ويوسف، ١٩٨٥

خريطة خطوط التغير المتساوية في ملوحة المياه الجوفية للفترة ١٩٧١ - ١٩٨٢

واستغلالهـا، الأمر الذي أدى إلى التغير السريع في الملوحة وارتفاع قـيمها التي قد تصل عند النصرانية أكثر من (+١٠٠٠) ميكروموز/السم.

* التغـير في مجمـوع الأملاح الصلبة الذائبـة نحو الزيادة يتحرك صـوب الساحل القطري، إذ تبلغ مـعدلات التغـير أكثـر من (٤٠٠٠) ميكروموز/الـسم، بينما يجنح التغـيـر بالزيـادة في الملوحـة نحو اليـابسة لتسجل أكـثر من (+٤٠٠٠) ميكروموز/السم؛ لأن التغذية التي تأتي كما أوضحنا من العربية السعودية تؤدي إلى عملية توازن والحد من التغير المرتفع الموجب.

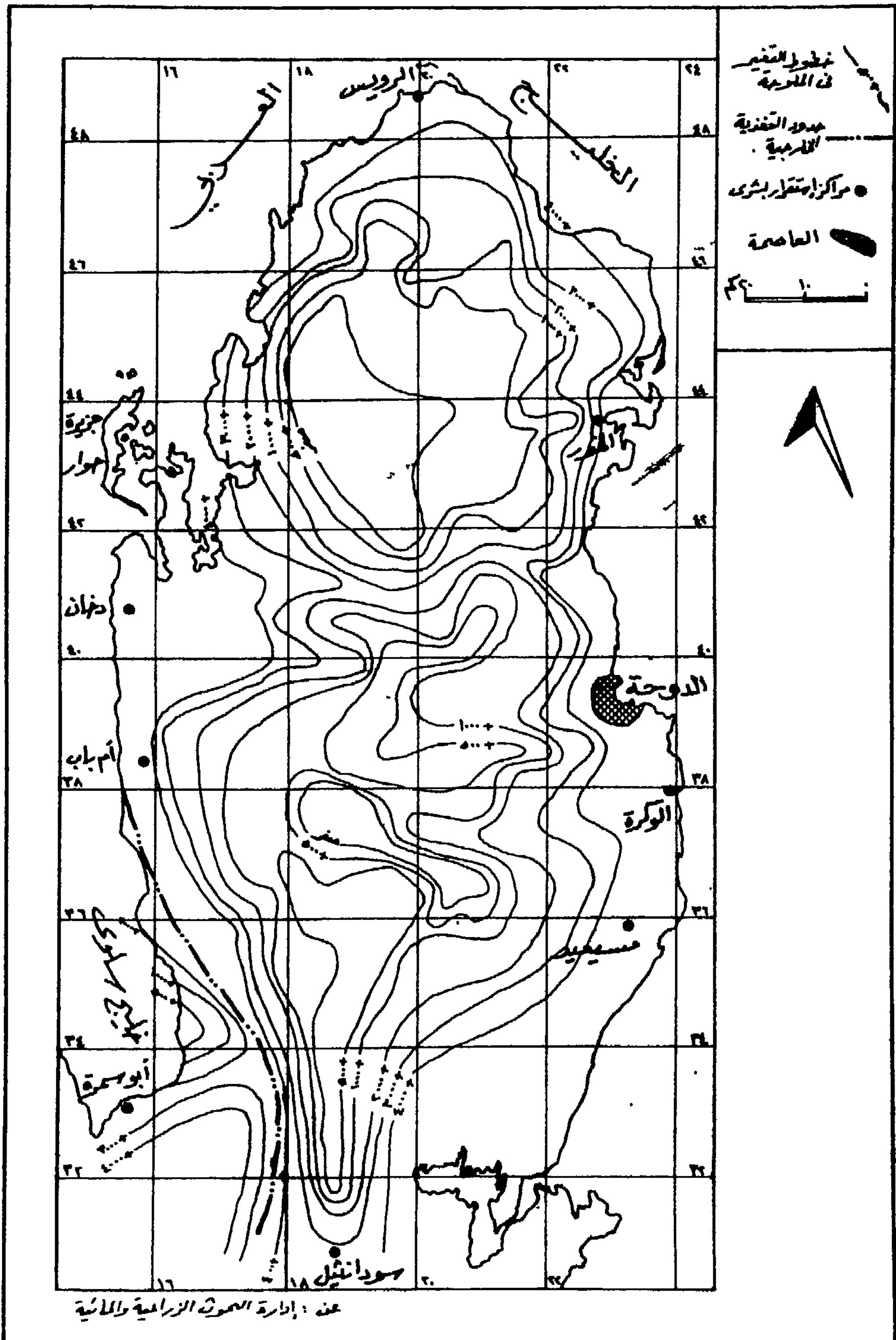
جـ/ ٨ خريطة التغير في الملوحة للفترة (١٩٧٢-١٩٨٨): جزء/ المليون

تكشف (**الخريطة رقم ٦-٣٧**) عن مـدى التغـيـر الذي حدث للملوحـة، ومدى التبـاين بينها وبين الخريطتين السابقـتين خاصة في مناطق التغـذية الرئيسة، ونلاحظ عليها ما يأتي:

* **فئة لا يحدث فيـها تغير في الملوحة**: يبدو أن التغير السالب في الملوحة ليس له وجود على الخريطة وهو أول سمات التباين، هذا الجانب يعكس أمرين، الأول يتمثل في أن التغـذية لم تعد فائضة بحيث تبقى علـى تدني معدلات الملوحة، والثاني الإفراط في عمليات استخراج المياه، والتفريط في استغلالها، ولهذا غدا التغير في معدلات الملوحة في حـالة من الثبات المؤقت، حيث ظهرت منطقتان تمثل هذا الوضع، **الأولى** في النصف الشمالي وتمتد بين الإحداثيين (٤٢، ٤٦) شمالا، وتقع على الجانب الغربي إلى الشـرق من الإحداثي (١٨) شرقا، وقد تتـسع باتجاه الشـرق لتـتخطى الإحـداثي (٢٠) شـرقا عند نقـطة تقاطعـه مع الإحـداثي (٤٤) شمـالا، وتشمـل في امتـدادها هذا حقـول آبار الجـميليـة، العطورية والخريب في الجنوب، وتغطي منطقـة السويحلية حتى النعـمان باتجاه الشمـال الغربي، ولعل هذا التـوزيع يتفق مع مـصدر تغذية جـوية وتقنين في استخدام المياه، لا لسبب إلا لعدم التوسع الزراعي.

أما **المنطقة الثـانية** الواقعة فـي النصف الجنوبي، فيلاحظ أنها تختـلف تماما عن التوزيع السابق، إذ اختـفت المنطقة التي كانت تمثل تغيرا سالبا في مـحيط الوكير وحلت محلهـا معدلات تيغـر تزيد على (٤٠٠٠) جزء/ المليون، بينمـا احتلت





شكل رقم (٦-٣٧)

خريطة خطوط التغير التساوية في الملوحة ١٩٧٢ - ١٩٨٨ (جزء في المليون) في شبه جزيرة قطر

هذه المنطقة قطاعا محوريا شمالي غربي - جنوبي شرقي، يمتد من نقطة تقاطع الإحداثيين (٣٨)شمالا، (١٨)شرقا، وتقع ضمنه بلدات أم وشاح وأم الصُّوَب.

* **فئة تتراوح فيها معدلات التغير في الملوحة بين (صفر - +١٠٠٠):** وتمثلها ثلاث مناطق، منطقة التغذية الرئيسة في وسط الشمال، والأخرى في وسط الجنوب، أما الثالثة فتقع في الجنوب الغربي إلى الشمال من مركز حدود «أبو سمرة»، ويلاحظ أن المنطقة الثانية توغلت بألسنة لها نحو الشمال حتى روضة هرمة، ونحو الشرق حتى السيلية، وشملت باتجاهها صوب الجنوب كلا من أ«م حولق» والخرارة حتى شارفت على موقع سودانثيل، وتمتد من ناحية الغرب عند مطالعها في النصرانية عبر خط التغير في الملوحة (+١٠٠٠) جزء/ المليون باتجاه الجنوب متقوسا صوب الشرق عند الإحداثي (٤٠) شمالا، بسبب وجود سبخة دخان إلى الغرب منه، ثم ينحني خط التغير في الملوحة جهة أم باب عند الإحداثي (٣٨) شمالا ليزيد من الرقعة التي تغطيها هذه الفئة، يستمر بعدها صوب الجنوب حتى يلاقي نظيره عند سودانثيل.

* **فئة تزيد فيها معدلات التغير في الملوحة على (+٣٠٠٠):** وتشمل كذلك معدلات التغير التي تزيد على (+٤٠٠٠) جزء/ المليون، وتشكل الإطار الخارجي للفئات السابقة التي تتزايد باتجاه الساحل، وما يلفت النظر في هذه الفئة، امتداد لسان يبلغ معدل تغيره (+٢٠٠٠) جزء/ المليون من الشرق عند موقع وادي الوسيل متجها نحو الغرب ليلتحم مع نظيره عند النصرانية، حاجزا بذلك بين الفئتين الرئيستين، وموحيا بأن المنطقة التي يغطيها لا تعاني من دوام التغير في الملوحة فحسب وإنما تتأثر بعمليات الإحلال الصاعد من الطبقات الدنيا الخازنة للمياه، وتمثلها على ما يبدو حقول آبار أم القهاب التي تتمركز في وسطها متفقة مع الإحداثي (٢٠) شرقا، هناك منطقة أخرى تتبع هذه الفئة وتقع في أقصى الجنوب الغربي، إلى الجنوب من موقع أبو سمرة، ويلاحظ أن خطوط التغير في الملوحة تتقوس باتجاه الشمال الغربي صوب البر القطري، وهذا يعني وجود مصدر تغذية يتحرك في هذا الاتجاه أساسه المنطقة الشرقية للعربية السعودية.



إذا كنا قد عـرضنا للتوزيع الأفقي للأمـلاح، ومدى التغيـر فيها، وأسـباب ذلك، والنتائج المرتبة عليها، فقد اخترنا قطاعا رأسيا للبئر رقم p22a الذي يقع في الركن الجنوبي الغربي من المربع المحدد بالإحداثيات(٤٢ ، ٤٤)شمالا، (٢٠، ٢٢) شرقا، ويخترق الطبقـات الإرسابية لكل من تكوينات الدمام والرس وأم الراضومة بعمق يصل إلى (١٥٠)م، للتعرف على مدى التغـير في الملوحة رأسيا، والوقوف على أهم العناصر الذائبة ونوعياتها.

يوفر هذا القطاع بالإضافة إلى التوصـيل الكهربي ودرجات الحرارة معلومات عن كل من الخصائـص الليثولوجية والتكويـنية والهيدروكيـميائية للطبـقات الخازنة للمياه الجوفية، وقد سبق أن أوضحنا الخصائص الليثولوجية والتكوينية، لذا سنركز في هذه السياق على ما نرصده في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٣٧)

التغير في قيم الملوحة على طول قطاع رأسي للبئر p22a

التكوين	العمق (متر)	ميكروموز/السم التوصيل الكهربي	الخصائص (ملليجرام/ اللتر)					
			صوديوم	بوتاسيوم	كالسيوم	مغنيسيوم	بيكربونات	كبريت
الرس	٣١	٥٤٠	٤٢,٧	٥,١	٣٢,٠	١٤,٦	١٠٠,٨	١٦,٨
أم الراضومة	٩١	٦٠٣	٤٣,٠	٧,٠	٢٧,٢	١١,٧	٨٦,٤	٢٣,٢
أم الراضومة	١٥٠	٢٠٠٠٠	٤٥٠٠,٠	٧٠,٠	٦٦٠,٠	٣٧٦,٠	٩١,٠	١٧٧٨,٠

من (الجدول رقم ٦-٣٧) ندون الملاحظات التالية:

١- مجموع الأملاح الذائبة في الميـاه الجوفية ضمن تكوينات الرس تبلغ وعلى طول القطاع الذي يصل عمقه إلى (٣١) مترا حوالي (٢١٢) ملليجرام/اللتر، تشكل أملاح البيكربونات (HCO_3) في حدود (٤٧,٥٪)، وهذا يعني أن المياه الجوفية عند هذا المنسوب تزيد قلويتها أوحامضيـتها، بينما يشكل البوتاسيوم (K) أقلها نسبـة (٢,٤٪)، وهو في سلوكه الهيـدروكيمـيائي هذا يخـتلف عن الصوديوم (Na)، الذي يشـارك بحـوالي (٢٠,١٪)، أي فـي حـدود (٩) أضـعـاف البوتـاسيوم، كـما أنه لم يبـد في توزيعه الأفـقي أي علاقـة واضحة بالمنـطقة

الليثولـوجية التي يتتشر بهـا علما بأن مصدره رواسب الانهـيدرايت، ومن بين الخـصائص التي أبرزها هذا القطاع الـتوصـيل الكهربي بقـيمـة بلغت (٥٤٠) ميكروموز/ السم، وفي درجة حرارة تراوحت ما بين (٢٩° - ٢٩,٣°) مئوية.

٢- يختلف الحال على عمق (٩١) م، فالنتائج في هذا الجزء من القطاع تمثل التوزيع الرأسي للملوحة كل من تكوين الرس الطبقـة العليا من تكـوين «أم الراضومة»، إذ نلاحظ أن مـجموع الأمـلاح يتناقص بمقدار (١٣,٥) مـلليجرام/الـلتر، أي بنسبة (٦,٤٪)، هذا التناقص يبـدو أنه قد حدث استجابة لتناقـص محتوى كل من الصوديوم والمغنيـسيوم والبيكربـونات، رغم الزيادة الطفيفة المصـاحبة لبقـية العناصر، فقد شكلت أملاح البيكربونات التي مـا زالت تحتفظ بصدارتها حوالي (٤٣,٥٪)، في حين شكل أقلها انتـشارا وهو البوتاسـيوم (٣,٥٪)، ومع ذلك يبدو أن تواجده يتـزايد كلما تعمقنا نحو البـاطن، أي نحو المياه الجوفيـة الأكثر ملوحة في هذا القطاع، ومن الجدير بالاهتمام أن التوصـيل الكهربي سجل قيمة بلغت (٦٠٣) ميكروموز/ السم، وبما أن توصيل المحلول يتزايد مع تزايد التركيز فى الأيونات، فإن (EC) يرتبط في علاقـة قوية مع مـجموع الأمـلاح الصلبة الذائبة (TDS) في الميـاه الجوفيـة، وأن درجة الحـرارة تراوحت على طول هذا الجزء بين (٢٩,٣° و ٢٩,٧°) مئوية تقريبا.

٣- يخيل إلي من اسـتعراض القـيم على طول القطاع فيـما بعد (٩١)م أن عـقد مقارنة بين ما شـهدناه سابقا وتلك الممثلة لطبقات أم الراضومـة قد يكون غير ذي بال، بسبب بسيط هو أن هذين النوعين من المياه لا نقـول يختلفان عمقا، وإنما تؤكد على أن الطبقات الخازنة لهما تتفاوت ليـوثولوجيا وكيميائيا وحرارة وتوصيـلا كهربيـا، لذا سنكتفي بعرض الخـصائص التي تتمـيز بها مـياه هذه الطبقة، ويكفي أن نشير إلى أن مجمـوع الأملاح الذائبة ضمن مياه هذا الجزء الذي يبلغ طوله (٥٩) م في حـدود (٧٤٧٥) مللجـرام/ اللتـر، وأن تركيـز الصوديوم يبلغ (٤٥٠٠) مللجرام/ اللتر، أي بنسبة (٦٠,٢٪).

ونستشهد بتغير الأملاح وتزايدها كلما تعمقنا، بعنصر الكبريت (SO_4) الذي أضحى من الأنيونـات الرئيسة Major Anion (أيون سالب) في مياه تخـضع فيها



رواسب الجبس والأنهيدرايت لعمليات الإذابة النشطة، فقد بلغت مشاركته بحوالي (١٧٧٨) ملليجرام/ اللتر، أي أنه قفز ليحتل المرتبة الثانية بعد الصوديوم بنسبة (٢٣,٨٪)، بينما تراجعت البيكربونات أو أنها احتفظت بالثبات أو الزيادة الطفيفة التي قد لا تعني شيئا بالقياس، كما أن الكالسيوم والمغنيسيوم تعاظما بقيم بلغت (٦٦٠، ٣٧٥) ملليجرام/ اللتر على التوالي، ليس هذا فحسب، بل نلاحظ أن (EC) بلغ عند هذه الأعماق (٢٠٠٠٠) ميكروموز/ السم، وأن درجة الحرارة تجاوزت (٣٠ْ) مئوية بقليل، وينبغي أن نشير إلى أن التوصيل الكهربي بلغ في حدود (١٨٠٠٠) ميكروموز/ السم عند عمق (١٢٠) م، في الوقت الذي أشارت فيه إبرة المحرار Thermometr إلى القيمة (٣٠ْ) مئوية، وعلى ضوء ما تقدم نصنف المياه حسب استعمالاتها طبقا للمعايير الدولية كالتالي:

جدول رقم (٦-٣٨)

معايير المياه الصالحة للشرب

المركبات الكيميائية Chemical Constituents	تركيز الأملاح ملليجم/ اللتر	
	الحدود المسموح بها Permissible Limits	الحدود العليا Excessive Limits
الكالسيوم	٧٥	٢٠٠
الكلورايد	٢٠٠	٦٠٠
النحاس	١	١,٥
الحديد	٠,٣	١
المغنيسيوم	٥٠	١٥٠
مغنيسوم + كبريتات الصوديوم	٥٠٠	١٠٠٠
المنجنيز	٠,١	٠,٥
الكبريت	٢٠٠	٤٠٠
مجموع الأملاح الصلبة TDS	٥٠٠	١٥٠٠
الزنك	٥	١٥

After: U.N., "Water Resourses" London, 1972.

وقد تبين أن مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في المياه الجوفية في النصف الشمالي لا تزيد على (١٥٠٠) مللجم/ اللتر، أي (١,٩) توصيل كهربي، وقد تقل عن (١٠٠٠) ملجم/اللتر في مناطق التغذية الرئيسة، وهي بذلك تتفق في



حـدهـا الأعلى والمعـيـــار الدولي، أمـــا الكالسـيـــوم فـيـــصل تركـيـــزه إلى (١٠٠)مللجم/ اللتـر في المنطقة الكبـريتية، بينمـا يبلغ (٥٠٠) ملليجـم/ اللتر في المنطقـة الكربونية، وعلى العكس من ذلك، يـتزايد تركيـز المغنيـسيوم في المنـطقة الكبريـتية بحـيث يتراوح مـا بين (١٣٠-١٦٠) ملليجم/ اللتـر، ولكنه يشكل في حدود (١٠٠) ملليجم/ اللتر في منطقة انتشار الكربـونات الإرسابية، وعموما فقد لايزيد على (٥٠) ملليجم/ اللتر في منطقة التغذية في وسط الشمال.

القيم السـابقة للمغـنيسيـوم تبدو متـوافقة مع المعـيار الدولي الذي ورد في الجدول السابق، ولكن يُنصح بعدم تزويد المستهلك بالميـاه الجوفية مباشرة، وخص إكلستون بـالذكر أولئك الذين يقطنون في وسط وجنوب شبه جـزيرة قطر، وعزى ذلك إلى أن المغنيسيوم في مياه هذه المناطق يزيد تركيزه على (٣٠) ملليجم/ اللتر، وأن تركيز الكبريت يبلغ أكثر من (٢٥٠) ملليجم/ اللتر، واعتبر بأن المعايير الدولية لاتهدي إلى بر الأمان (أي أنـهـا مضللة Err on the Safe Side)، ما دام مقـياس طرز الميـاه المنزليـة في المتناول، حيـث يوجد بَوْن شـاسع على أرض الواقع لقـيم مجمـوع الأملاح الصلبة الذائبة في بعض موارد مـياه الشرب التي كان يستـعملها سكان القرى التي أصـبحت أثرا بعد عين، ولذا يمكن تزويد المجمـعات السكنية أو القروية بمياه ذات أملاح قليلة للاستخدامات المنزلية عن طريق خطوط الأنابيب، أو يتم التوزيع بواسطة الصهاريج.

بدأت وزارة الصحة العامة في الآونة الأخيرة تولي اهتماما متزايدا بالمياه التي أزيلت أملاحها Desalinsed (تحلية الميـاه)، وخاصة فيمـا يتعلق بفقدانهـا لعنصر الفلورايد Fluoride من جانب، وبتركـيزه الواضح في المياه الجوفـية لبعض المناطق القطرية، فإذا كانت كميات الفلورايد قليلة كأن لايتجاوز تركيزها (١)ملليجم/ لتر، فإنه ذو فـائدة صحيـة في حماية الأسنان من التـسوس Dental Caries، فمـضار الفلورايد تكمن في تركيـزه بدرجة كبيـرة، وفي طول استخدام المياه الـتي تحتويه، وهذا من شـأنه أن يحـدث بقـعـا Mottling في الأسنان، وتخلـعـا لهـا لنقص الكالسيوم في العظام Crippling Decalcification في حالة إذا أصبـح تركيزه في المياه مفرطا. ومن الجـدير بالاهتمام أن نشير إلى أن معدل النهـاية العظمى اليومية

لدرجة حرارة الهواء غالبا ما تستخدم كدليل في تحديد أقصى درجات تركيز الفلورايد في المياه إذ يتزايد استهلاك السكان منها في المناطق الحارة، لذا عين مجلس الشيوخ الأمريكي في عام ١٩٧٥ حدودا نرصدها كالتالي:

جدول رقم (٦-٣٩)(*)

العلاقة بين درجات الحرارة العظمى ونسب تركيز الفلورايد

معدل النهاية العظمى اليومية لدرجة حرارة الهواء	أقصى نسبة تركز من الفلورايد مسموح بها
أقل من ١٢	٢,٤ ملليجم/ اللتر
١٢,١ - ١٤,٦	٢,٢ ملليجم/ اللتر
١٤,٧ - ١٧,٦	٢,٠ ملليجم/ اللتر
١٧,٧ - ٢١,٤	١,٨ ملليجم/ اللتر
٢١,٥ - ٢٦,٢	١,٦ ملليجم/ اللتر
٢٦,٣ - ٣٢,٥	١,٤ ملليجم/ اللتر

(*) المصدر: عن إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص١١/ ١٠.

يتضح من (**الجدول رقم ٦-٣٩**) مقارنة مع ما بيّناه من نسب تركيز الفلورايد في مياه الآبار ومناطق توزيعها، واسترجاع درجات توزيع الحرارة بين الصيف والشتاء، أن في الإمكان استعمال المياه التي تبلغ فيها نسب تركيز الفلورايد ما بين (٢ و ٢,٢) ملليجم/ اللتر في الفترة التي تنخفض فيها درجات الحرارة العظمى، وخاصة من نهاية ديسمبر إلى أوائل فبراير، ومع ذلك فإن النسبة المقبولة المتوازنة مع درجات الحرارة صيفا أو شتاء تتمثل في القيمة (١,٤) ملليجم/ اللتر، وربما لا تتفق هذه النسبة مع بعض مناطق الجنوب وتحديدا في أشهر الصيف اللافحة.

٩- مشكلات المياه الجوفية وكيفية المحافظة عليها:

المياه الجوفية في قطر تعاني من مشكلات تؤثر سلبا على ما يمكن توافره من كميات تفي لاستخدامات السكان المنزلية من ناحية، وتغطية احتياجات الزراعة وما يطرأ عليها من تطور من ناحية ثانية، ناهيك عن الكم المطلوب لمناطق استخراج الزيت والمناطق الصناعية، ومن بين هذه المشكلات:

* مشكلة هبوط مستويات المياه الجوفية في الطبقات الخازنة لها.
* مشكلة ازدياد ملوحة المياه الجوفية.
* مشكلة تلوث المياه الجوفية.

وهناك مشكلات استغلال المياه الجوفية المتمثلة في نقص المياه، وأخرى ذات علاقة بالظروف الجغرافية الطبيعية، وسادسة تخص جانب الاستغلال الزراعي، ولكننا لا نستطيع في هذا المقام أن نقف عليها برمتها، لذا سنكتفي بمعالجة المشكلات الثلاث الأولى:

أ/ ٩ مشكلة هبوط مستويات المياه الجوفية في الطبقات الخازنة لها:

تظهر الآثار المترتبة على مشكلة هبوط مستويات المياه الجوفية بشكل واضح في النصف الشمالي من شبه جزيرة قطر، ولكنها أكثر وضوحا على الجانب الشرقي منها على الجانب الغربي، فالنصف الشمالي من قطر يتركز في مدنه وقراه وبلدانياته من السكان مع بعض التجاوزات الطفيفة ما تُقارب نسبته أو تزيد على (٩٠٪)، هذه النسبة تم استخراجها من أرقام تعداد السكان لشهر مارس من عام ١٩٨٦ البالغ عددهم آنذاك (٣٦٩٠٧٩) نسمة (**الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية**، العدد ١٥، ١٩٩٥، ص١٨)، فما بالك بعد عشرة أعوام، أعتقد أن الحال كما تدل عليه الأرقام يزداد سوءا، وعموما فإن المياه الجوفية لايمكن بأي حال أن تفي باستخدامات السكان، فهناك مورد آخر لسد احتياجاتهم يتمثل في المياه المقطرة (راجع ص٥٢٢)، والأهم من هذا مواجهة احتياجات الاستغلال الزراعي والمزارع التي تعتمد كليا على المياه الجوفية المستخرجة من الآبار، إذ من المفيد أن نشير إلى أن معظم المزارع أو الرقع الزراعية تنتشر في النصف الشمالي، حالها في ذلك حال تركز السكان، فمقارنة بسيطة تكشف لنا مدى تطور انتاج المياه الجوفية المستغلة في الأغراض الزراعية، إذ بلغ حجم المستهلك في الفترة ٦٥/٦٦ ما حجمه (١٨,٥) مليون م٣، هذه المؤشرات دليل قاطع على ما تعاني منه مستويات المياه الجوفية من مشكلات.

كما يتبين أن استهلاك الزراعة من المياه الجوفية بلغ في الموسم ٧٥/٧٦ حوالي (٥١,١) مليون م٣ لري مساحة بلغت (١٩٨٦) هكتارا، ارتفع هذا الانتاج

في عام ١٩٨٠ إلى حـوالي (٧٦,٢) مليون م٣، علما بأن المساحـة لعدد (٣٧٧) مزرعة بلغت في حدها الأقصى وقتذاك (٣٣٠٠) هكتارا، ولكن الذي يثير الانتباه إذا وضعنا في الحـسبان عمليـات الإنتاج والتسويق لاتضح لنـا أن (١٠٠) مزرعة فقط تعتبر منتـجة، وتستهلك ما حجمه (٥٢) مليون م٣، وبقـية المزارع التي تعتبر خـارج هذا المعيـار تسـتهلك (٢٤) مليـون م٣، وفي عـام ١٩٩٢ بلغت المساحـة المزروعة لعدد (٨٧١) مزرعة حوالي (٧٥٨٧) هكتارا، اسـتهلكت من المياه الجوفية ما مقداره (١٧٢) مليون م٣.

هذه المعطيات الاستهلاكية التي تمثل جانبـا أساسيا من مشكلة هبوط مستويات المياه الجوفية رغم التغذية التي تتلقاها الطبقات الخازنة لها، لا تؤثر منفردة على عملية التوازن بين المدخلات والمخرجـات، وإنما تلعب الخصائص الجيولوجية والطبـوغرافية دورا قد يكون جوهريا في هبوط مستويات الميـاه الجوفية في بعض المناطق، فعمليات الإذابة التي تحـدث لرواسب الجبس والانهـيدرايـت ضمن الطبـقات الخـازنة للميـاه (تكوينات الرس وأم الراضومة) يؤدي إلى تزايد مـسامية الصخور ونفاذيتـها، خاصة إذا كانت هذه المناطق تتميز بكثافة سكانية عالية، ونشاط زراعي محصولي.

ومن وجهة النظر الطبوغرافية، فـإن المياه تتدفق من وسط شبه الجزيرة باتجاه السواحل، هذه الحركة قد تهدر كما من الميـاه العذبة ينساب باطنيا إلى مياه البحر، وتعمل على هبوط مستويات المياه الجوفيـة وخاصة أن حقول آبار المياه العذبة تتركز في هاتيك المنطقة، لذا كـان لابد أن يعي ذوو الاختصـاص -وأعتـقد كذلك- هذه المشكلة، فيسارعـوا إلى استغلال المياه قبل أن تنفذ إلى البـحر، فكان التركز الذي نشاهده للنشاط الزراعي - على سبيل المثال - في منطقتي الخور والسويحيلية، إلا أن الرياح أتت بما لا تشتهي السفن، حيث استغلت الميـاه الجوفية فيهما بشكل أدى إلى تدهورها وهبوط مسـتوياتها، مما انعكس سلبا كان من محـصلته أن بدأت مياه البحر فـي غزو ما كنا بالأمس القريب نسـعى للمحافظة عليه، ونتـوق نحو خلق حالة من التوازن كي لا يكون هناك ضرر ولا ضرار، ولا تسرب ولا إحلال.

ب/ ٩ مشكلة ازدياد ملوحة المياه الجوفية:

هذه المشكلة ربما تكون إحدى النتـائج السلبية للمـشكلة الأولى بحيثيـاتها، ولايعني هذا أنها العامل الوحيد، ولكن ندرة الأمطار صـاحبة الفضل في التغذية،

والتركـيب الجيولـوجي، عاملان حـاسمان في نقص هذا المـورد، وفي تملح المياه الجوفـية، فإذا اعتـبرنا أن المياه الجوفـية بدأ استغـلالها لأغراض زراعيـة منذ نهاية الخمسينيات بكمية بلغت (٥,٢) مليون م٣، فإن التطور الذي حدث فيما بعد أدى إلى تسارع الأهالي في امتلاك المزارع والتوسع فيها، ومن ثم التسابق في ضخ أكبر كميـة من المياه لري مزروعاتهم، حـتى بلغت حاليا أكثـر من (١٨٠) مليون م٣، هذه الكميـات وعلى مدى مـا يربو من (٣٥) عامـا، كفيلة بأن تـؤدي إلى هبوط مسـتويات المياه الجوفـية - مع الأخذ في الاعـتبار الكم الذي أضـيف إلى الخزان الجوفي من التغذية - لدرجة أن المشكلة لا تقف عند هذا الحد بل تتعاظم عاما بعد عام، إذ تبدأ المياه المالحة في هجومها على المياه العذبة بشكل يتناسب مع مستويات هذا الهبوط، ومع الكميات التي تم ضخها من الآبار، عملا بقانون حركة السوائل والضغط الهيدروليكي الذي يضاهي هبوب الرياح من مناطق الضغط الجوي المرتفع إلى مناطق الضـغط المـنخـفض، ولا يقـتـصر إحـلال الميـاه أفـقـيـا Laterally Replacement (جانبـيا)، وإنما تضاف إليـه حركة رأسـية للميـاه المالحة انصيـاعا لشروط الإزاحة الرأسية Upward Displacement.

فالـتسرب الأفـقي يحدث مـن وسط شمال شـبه الجـزيرة باتجاه السـواحل، ويخضع في ذلك لطبوغرافية الأرض، وهـذا ما تؤكد عليه خطوط الملوحة المتساوية التي تنهج نفس الاتجاه (الخرائط أرقام ٦-٣٥، ٣٦، ٣٧)، ونتـيجة للضغط المتزايد الذي لوحظ على عمليـات استخراج المياه الجـوفية في الجزء الشرقي والشمالي من النصف الشمـالي، وحدوث العديد من مخـاريط الإنضاب Cones of Depression في منـــاطق تركز الآبار، والانتشار الواسع للرقع الـزراعية، أن حدث تعديل على وضعية التسـرب الأفقي في هذين الاتجاهين.

لايقتصر تسرب المياه الجوفية جانبيا فيما بين الطبقات الخازنة له على اليابسة، وإنما يأتي على شكل موجات غازية Intrusion Waves من مياه البحر المالحة صوب مياه الـطبقات التي تعرضت مناسـيب مياهها للانخـفاض إلى ما دون منسـوب مياه البحر، بسبب الإفراط في استخـراج المياه، ولم تنل قسطا من التغذية الجوية تعوض ما فقدته، وفي هذا نسترشد بحـالة الضغط الجوي وهبوب الرياح إلى وجود علاقة



بين المياه العذبة والمياه المالحة الأكثر كثافة، فإذا تزايد استخراج المياه الجوفية العذبة إلى درجة أدت إلى انخفاض التدفق الطبيعي لها، فإن جبهة المياه المالحة ستتقدم صوب اليابسة لتملأ الفراغ الذي خلفه الاستغلال المفرط للمياه العذبة.

ولتقييم هذه العلاقة لطبقتين من المياه الجوفية العذبة نسوق المثال التالي: **فبالنسبة للطبقات العليا** الخازنة للمياه العذبة، نفرض أن جبهة المياه المالحة تتقدم بين الشمال والجنوب على طول (٨٠) كم، وأن المستخرج تفوق على التغذية بكمية بلغت (٥) مليون م٣/ السنة، وأن سمك الطبقة الخازنة للمياه يبلغ (٢٠)م، ومعامل تخزينها يساوي (٠,٠٠٤)، فتكون النتيجة كالتالي:

نسبة معدل تقدم الجهة المالحة = $$\frac{١٠^{٦} \times ٥}{٠,٠٠٤ \times ١٠^{٣} \times ٨٠ \times ٢٠}$$ = ٧٨١,٢٥ م/السنة

أي في حدود (٨٠٠) متر/ السنة، بحد أقصى يبلغ نحو (١٠٠٠) م/ السنة، أما **بالنسبة للطبقات الدنيا**، فلنفرض أن جبهة المياه المالحة تبلغ كسابقتها (٨٠) كم، وأن المياه المستخرجة تزيد على المياه المالحة المتدفقة بحوالي (٢٠) مليون م٣/ السنة، وأن سمك الطبقة الخازنة للمياه يبلغ (١٠)م بتوصيل هيدروليكي يبلغ (٠,١٠)، والنتيجة تكون كالتالي:

نسبة معدل تقدم الجهة المالحة = $$\frac{١٠^{٦} \times ٢٠}{٠,١ \times ١٠^{٣} \times ٨٠ \times ١٠}$$ = ٢٥٠ م/السنة

بحد أقصى يبلغ حوالي (٥٠٠) م/ السنة، وتعليقا على ما سبق نقول: إذا كانت الكميات المستخرجة من المياه أقل من كميات التغذية، فإن حالة مقبولة من التعادل قد تحدث، أما إذا حدث عجز للمياه المستخرجة، فسيكون هناك إحلال للمياه المالحة، وأن جبهة المياه المالحة ستستمر في تقدمها إلى ما لا نهاية، بحيث يكون معدل التقدم مرتفعا اتجاه مركز استخراج المياه الرئيسي (إكلستون، ١٩٨١، ص١٣/ ٣١).

أما التسرب الرأسي فيحدث من أسفل إلى أعلى، وهو ما نَعَتْناه بعملية الإحلال، أي أن تحل مياه الطبقات المالحة السفلى مكان مياه الطبقات العذبة التي تعلوها نتيجة استنزافها، وربما يؤدي اختراق بعض الآبار المنتجة منها أو الاختبارية

لطبقتين مختلفتين من المياه إلى اختلاطهما أو إلى تلوث مياه بعض الآبار المجاورة (راجع ص٥٨٥)، وتظهر هذه التداخلات في الممر الذي يمتد بين روضة راشد والدوحة حيث تحل مياه طبقة أم الراضومة المالحة محل مياه طبقة الرس التي تم استنزافها وتراجعها، ويمكن الرجوع لخرائط خطوط توزيع الملوحة، والقطاع الرأسي للبئر رقم p22a.

وتجدر الإشارة إلى أن استعمال المياه المالحة أو المتملحة في الزراعة قد يضر بالمحاصيل ويلوث التربة، فينبغي ألا يزيد مجموع الأملاح الذائبة عن (١٥٠٠) جزء/المليون، فكان لابد إذن من اختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة، فارتفاع نسبة الصوديوم وانخفاض نسبة الكالسيوم - مثلا - يخلق مشكلات من استعمال المياه من هذا النوع، وكلما كانت العلاقة بينهما طردية فإن ارتفاع نسبة الصوديوم في مياه الري لا يجعلها ضارة.

كما أن الأملاح الزائدة في مياه الري عن حدها المطلوب تلوث التربة، وتجعل منها على المدى البعيد أو القريب - حسب حالتها - تربة غير صالحة للاستخدام أو أنها تحتاج إلى غسل متواصل وصرف جيد وأسمدة ضرورية، فلو استعملنا(١٠٠٠٠)م٣ من مياه الري تحتوي على أملاح ذائبة نسبتها غرام واحد/لتر، فمعنى ذلك أننا أضفنا (١٠٠٠٠)كغم من الأملاح لكل هكتار من الأرض، وهي أكثره حدة لو كانت كمية الأملاح الذائبة تبلغ (١٠) غرام/اللتر، فإن (١٠٠٠٠٠)كغم من الأملاح تضاف للهكتار الواحد، والنتيجة تتلخص في أن التربة تزداد ملوحتها بعد (٢٠) عاما من الري بمقدار يتراوح بين (٢٠-٢٠٠) طن ملح/هكتار على التوالي، مما يرفع من معدل ملوحة التربة بمقدار يحوم حول (٤, ٠٪-٠, ١٪) (**حسن عبد القادر، ص١٤٠، ١٤١**).

جـ/ ٩ مشكلة تلوث المياه الجوفية:

مما لا شك فيه أن قطر لا تعتمد على المياه الجوفية لسد حاجة السكان، وإنما لجأت إلى إزالة ملوحة مياه البحر لتغطية احتياجاتهم، ولكن السؤال المطروح هو كيف تلبي متطلبات الزراعة وتوفر أسباب تطورها من مياه خالية من التلوث؟ فالأمطار في قطر كما نعلم قليلة ونادرة، فكانت المياه الجوفية الملاذ الوحيد لقيام الزراعة وتطورها، من هنا برزت الحاجة لدراسة مشكلة تلوث المياه الجوفية، فمع

تزايد التطور على المستويات المختلفة حضريا وريفيا، اجتماعيا واقتصاديا، صحيا وتعليميا، صناعيا وزراعيا، طفت على السطح العديد من المشكلات، من بينها تلك التي تتعلق بالمياه، هذه المياه أضحت نتيجة لهذا التطور تعاني من مشكلة التلوث، فهذه المشكلة ذات بعدين، بعد طبيعي وآخر صناعي.

١جـ/ ٩ التلوث الطبيعي للمياه الجوفية:

يحدث التلوث الطبيعي نتيجة تدفق وسريان المياه الجوفية ضمن طبقة بها ترسبات ملوثة فتمتزج مياهها، أو أن تذوب بعض عناصر الترسبات في المياه، فقد تبين في عام ١٩٧٨ أن المياه العذبة في مدينة الدوحة تتدفق باتجاه البحر عبر كهف يقع عند الساحل بجوار متحف قطر الوطني، وأن المياه قد تلوثت في هذا الموقع بدرجة كبيرة، ومن المحتمل أن تكون نوعية المياه التي تمت تغذية الطبقة الخازنة بها ملوثة بمياه البواليع Sewage (المجاري)، وفي الحزام الأوسط من شبه جزيرة قطر، حيث تنشط عمليات تحلل وإذابة الانهيدرايت، فتتسع الفراغات البينية، ويحدث تفريغ تجويفي، فتزداد معدلات المسامية والنفاذية يصحبها تزايد في معدلات الانتقالية، فإذا أضفنا لهذه الخصائص استخراج المياه المفرط، حدث تلوث طبيعي وتدهور للمياه الجوفية، فالإذابة والتحلل أضافتا كما من الأملاح، وانخفاض سمك طبقة المياه العذبة أدى إلى صعود مياه الطبقة السفلى المالحة، وسهولة انتقال المياه قد يسمح بحركة أفقية وغزو لمياه البحر، كما يحدث الآن على طول الساحل القطري من الوكرة جنوبا باتجاه الشمال حتى دوحة أسيود على الساحل الغربي.

٢جـ/ ٩ التلوث الاصطناعي للمياه الجوفية:

يبدو أن التلوث الطبيعي للمياه الجوفية لا خيار لنا في بعض حالاته، اللهم إلا اتباع مخطط تقنيني في استخراج المياه، والحد من الإسراف، أما التلوث الاصطناعي فعلى نفسها جنت براقش، إذ يحدث هذا النوع عن طريق ما يتسرب من مياه سطحية ملوثة، والأمثلة كثيرة، فري المزروعات يعتمد في الوقت الحاضر على ضخ المياه الجوفية في المكان الذي تستخدمه ضمن المزارع الواقعة في المنخفضات، هذه المنخفضات تعتبر كذلك بؤر Foci لتجميع مياه الجريان السطحي الناتجة عن أمطار العواصف، والتغذية غير المباشرة، والمياه العائدة من الري Irrigation Return، إضافة إلى ما يحدث من عمليات تسرب بجوار آبار الإنتاج.

أضف إلى هذا، ما يترسب من أملاح متباينة على سطح التربة نتيجة عمليات التبخر وخاصة في فصل الزراعات الصيفية، فإذا ما رويت هذه التربات أو غمرت بالمياه، نَضَّت هذه الأملاح باتجاه الباطن Leached Downwards حيث الطبقات الخازنة للمياه الجوفية فتلوثها أو تزيد الطين بِلَّة، ولا أخال القائمين على ري المزروعات - خاصة في مزرعة الحكومة - يجهلون الأثر الذي يترتب على تزايد النترات Nitrate المشتقة من المخصبات الأزوتية Nitragenous Fertilizer، وما يصيب المياه الجوفية من تلوث، ولا يغيب عن ناظر أحد -وأخص رواد الروضات- ما يلقى من نفايات وبقايا أطعمة فيها، هذه المخلفات التي لا ندرك مخاطرها إذا تحللت بعد أن تتعفن، تنفذ إلى الطبقات الخازنة للمياه الجوفية فتعمل على تسممها.

وليس أدل على مشكلة التلوث ما أصاب كتلة المياه الجوفية العذبة المتجمعة فوق مياه مالحة في منطقة الدوحة، فقد زاد مجموع الأملاح الذائبة في مياهها على (١٠٠٠٠) ملليجم/ اللتر، ويحتمل أن يكون سبب ذلك تسرب المياه من خزان المياه العذبة الرئيسي، أو من المياه التي ترشح بعد ري أشجار الشوارع والحدائق، أو من مياه البالوعات Sewers وأنابيب المجاري، أضف إليها مخلفات المصانع والورش والمشاحم وبعض المحاليل الكيماوية والزيوت.

لم يقتصر التلوث الاصطناعي على المناطق الداخلية فحسب، بل شمل كذلك الشواطئ القطرية، وحسبنا أن نشير في هذا المقام إلى تكرار ما تتعرض له الروضات قد يحدث على الشواطئ وبشكل أكثر خطورة إذا وضعنا في الاعتبار بقع الزيت أو نفاياته، ومن منا لم يتابع في عام ١٩٨٠ الحادثة التي تعرض لها بئر الزيت، وما نجم عن ذلك من تلوث المنطقة الممتدة على طول خط الساحل المواجه له، وكيف أنه أثار العديد من المشكلات، من بينها كيفية التلخص Disposal من جميع النفايات المتراكمة حول الشواطئ.

فالمخلفات والنفايات التي يتم جمعها من المنازل والمحالات التجارية، تشكل مشكلة بيئية رئيسة، خاصة في مناطق الكثافات السكانية المرتفعة، فالتقدم الصناعي في بلد بترولي كقطر يوفر مصادر لا حدود لها من المخلفات السائلة التي نعني بها مياه المجاري، ومخلفات صلبة وهي النفايات Garbages والعوادم (التفل) Trash،



وحديثنا يركِّز هنا على المخلفات الصلبة والعوادم، فهذه المخلفات - وفي حدود معرفتي - تنقل بسيارات خاصة لها إلى منطقة تقع إلى الجنوب من مطار الدوحة الدولي تعرف لدى العامة (بالمحرقة)، وفي المطرح هذا Dump تحرق النفايات بنيران متجمرة غير ذات لهب Smoldering.

د/ ٩ المحافظة على المياه الجوفية:

على ضوء الدراسة السابقة لموارد المياه الجوفية، وما توصلنا إليه من نتائج عن وضعيتها، أحاول أن أضع تصورا لما يجب أن نتبعه للمحافظة على ما يتوافر من مياه جوفية، والعمل على ديمومتها، وفي هذا السياق لابد أن أُذَكِّر قبل أن أسترسل في الحديث بقول الله تعالى: ﴿أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ (٦٨) أَأَنتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنزِلُونَ (٦٩) لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ (٧٠)﴾ [الواقعة]، ﴿هُوَ الَّذِي أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ (١٠)﴾ [النحل].

وإذا استقرأنا هذه الآيات، نلاحظ أن المحافظة على المياه نداء إلهي، ولتحقيق ذلك نعرض لهذه المقترحات التي حاولت تصنيفها كالتالي:

١د/ ٩ كيفية استغلال المياه الجوفية:

لابد بداية أن نجري مسحا شاملا للوقوف على موارد المياه كما وكيفا، وأن نحدد مناطق وجودها، ومصادر تغذيتها، وخصائص الطبقات الخازنة لها، وأن نحصر مواطن الزراعة ومراكزها، ونوعية المحاصيل التي تناسب ترباتها، ومواضع حفر الآبار فيها، والمسافات التي تفصل بينها، ثم يتم استغلالها بقدر يتناسب مع كمياتها ونوعياتها، فلابد أن نعرف الكم الذي يجب أن نستهلكه أو نضخه لري المزروعات ومتى، ونختار أصلح الطرائق وأنسبها، كأن يضع الإعلام الزراعي برامج توعية يحدد فيها - على ضوء نوعية المحاصيل الزراعية، وخصائص التربة، والمعطيات المتوافرة - حاجاتها من المياه، ومدى ملاءمتها لها، وتحملها لملوحتها، ويُرْشَد من خلالها المزارعون وذوو الشأن إلى ضرورة اتباع التعليمات والترشيد في الاستهلاك للحد الذي يحفظ لنا هذه النعمة، ويحمي التربة من التملح والتدهور.

٢د/ ٩ كيفية التقليل من ملوحة مياه الآبار:

نعلم أن استخراج المياه المكثف، واستنزافها المتواصل، والإسراف العشوائي لها، والاستغلال غير المسؤول، تؤدي إلى تملح مياه الآبار بطريقة أو بأخرى،

ولكي نبقي على عـذوبة المياه في آبارنا، وعدم الوصول إلى درجـة يستحيل مـعها الاسـتفـادة منهـا بشكل يسـاير حـجم التـزايد السكاني، ويواكب مـراتب التطور الزراعي، أقترح العمل بالتالي:

(أ) إغـلاق الآبار التي تملحت مـيـاهها أو أوشكت على ذلك مـؤقتـا، وعـدم استـخدامـها لمدة تتـراوح بين (٧-١٠) سنوات، اعتـمادا على المعايـير التي أوردناها عند دراسة احتمالات سقوط الأمطار، هذه المدة ربما تكون كافية كي تعوض الآبار ما فقدته، وتجدد ما استنزفته؛ لأن الملوحة في هذه الحالة تتوزع على حجم من المياه أكثر.

(ب) فإذا فطن المسـؤولون إلى تغذية الحـوض الجوفي الشـمالي مبـاشرة من مـياه السيول، بحفر (٣) آبار في روضـة الفرس، (بئرين) بالهشم، وإذا كانت هذه التجربة التي تساهم في زيادة معدلات التغذية من مياه الأمطار بنسبة (٣٠٪)، وتحمي المزارع من طغيان المياه السيليـة، فإنني أرى أن تعمم هذه التجربة على مناطق تجمعات المياه، والمناطق الزراعية التي تتأثر بمياه السيول في شبه الجزيرة على حد سواء، دون الاقتصار على منطقة بعينها ما دامت خصائص الطبقات الخازنة لها تتميز بمسامية ونفاذية ومعدلات سريان عالية تسمح للمياه بالانتقال أفقـيا من موقـع إلى آخر، ولعل الحفـر أو البرك الاصطناعـية المحمـية ذات الأحجام المناسـبة أفضل وسيلة للاستـفادة بأكبر قـدر ممكن من مياه الأمطار، بدلا من ضياعها بواسطة التبخر، أو تعرضها لمشكلة التلوث.

٣د/ ٩ حماية المياه الجوفية من أخطار التلوث:

عرضنا فيما سبق لمشكلة التلوث، وخـلصنا إلى طرح ملوثات طبيعية وأخرى اصطناعية، ونرى أن الحماية من الملوثات الطبيعية تكمن أولا في صيانة المياه الجوفية من الهدر والاستغلال غير المنظم، وكبح سلوك التسابق بين الملاك في ضخ أكبر كمية ممكنة لري أراضيـهم، واستصـدار تشريعات صـارمة تمنع أصحـاب المراكب والسفن ورواد الروضات والشواطىء القطرية من إلقاء المخلفات والنفايات وبقايا الأطعمة التي تشوه الصـورة الجميلة لهـذه الأماكن وتلوث المياه بطريقـة مباشـرة أو غير مبـاشرة، والعمل على تبني تجربة الحفر والبرك المحمـية لتغذية الخزان الجوفي بمياه مطرية عذبة تخفف من حدة التلوث القلوي أو التملح الناتج عن إذابة الترسبات الباطنية.



أما الملوثات الاصطناعية وحماية المياه الجوفية منها، فمما لا شك فيه أن المسؤولين في قطر استوعبوا هذا الجانب جيدا، فأنشأوا معملا في موقع مسيمير، يتم فيه تجميع المياه الملوثة والمجاري، ومعاملتها كيماويا وتصفيتها، ومن ثم استخدامها ثانية في ري بعض المزروعات، وينبغي عند الشروع في مد شبكات المجاري أن يأخذوا في الاعتبار أساليب حديثة منظمة، ضمانا لعدم حدوث تسرب مثل هذه الملوثات إلى المياه الجوفية كما حدث وتسربت في منطقة متحف قطر الوطني، ولا يفوتنا في هذا المقام إلا أن نؤكد على دوام متابعة ومراقبة ما قد يستجد من تغيرات على نسب التلوث مخبريا، للوقوف على الأسباب والمصادر، لأن وصف العلاج وتحديد نوع الدواء يتوقف بلا شك على التشخيص السليم للداء.

وفي هذا السياق نتناول عمليات التخلص من المخلفات الصلبة والعوادم، فهناك طريقتان، **الطريقة الأولى**: وتتمثل في ترميدها (أي تحويلها إلى رماد) أو كربنتها تحت درجة حرارة عالية Incineration، **والطريقة الأخرى** طريقة دفن المخلفات صحيا Sanitary Landfill، هذه الطريقة لا يتم فيها حرق المخلفات، وإنما تدفن في حفر أرضية وتغطى بطبقات رملية أو صلصالية واقية (Strahler, 1978, p. 274)، على أن تكون المنطقة غير مشبعة بالمياه Unsaturated، والذي قد يحدث رغم ذلك أن تخضع هذه المجمعات للتفاعل مع ما يرشح من مياه الأمطار أو يتخلل سطح الأرض Percolated.

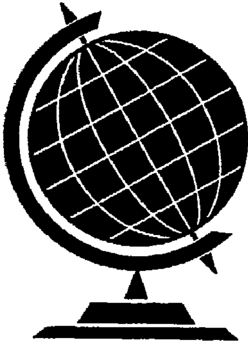
تستخلص Pick up مياه الرشح العديد من الأيونات من كتلة النفايات والمخلفات، وتنقلها نحو الباطن على أنها غيض التربة (تصويل) Leachate إلى حيث يقبع منسوب المياه الجوفية، فيختلط بها وينتقل معها إلى حيث تتدفق، فإذا كانت التربة في منطقة تجمع المخلفات والنفايات مفككة، يسهل تسرب مياه الأمطار، وإذا خلت المنطقة من النباتات قلما تحدث عمليتا النتح والتبخر Evapotranspiration، فتتعاظم تغذية الخزان الجوفي، ويتحقق ما يمكن أن نطلق عليه تسنيم (من سنام الجمل) منسوب المياه الجوفية Mounding of Water Table. فَغَيْض المخلفات في هذه الحالة يتحرك من منطقة التسنيم على نحو إشعاعي باتجاه الخارج إلى المناطق المجاورة التي يقل مستواها عن سطح المياه الجوفية، ومثالنا يركز

على بئر منتجة يميزها مخروط الإنضاب Cone of Depression (مخروط الاستنفاد Exhaustion)، هذه البئر تجـذب إليها المياه الجـوفية من المنطقة المجـاورة، فبحكم الاتصال Linkage بين موقع التخلص من النفايات ذي التدفق الخارجي Outward وبين البئر المنتجة ذي التدفق الداخلي Inward ينتقل غيض التربة إلى البئر، ملوثة بذلك مياهه وهذا ما يحدث في حالة المياه المعالجة التي تسلك نفس المسلك.

يتـبادر إلـى الذهن أن حل مثـل هذه المشكلات يكمن في اتخـاذ الخطوات التالـية: **الخطوة الأولى** احتـراسيـة، مبنـية على علم مـسبق بموقع التـخلص من المخلفات وبالآبار التي يمكن أن تتأثر به، ولذا يتم حفر آبار مراقبة Monitor Wells على طول الخط الفـاصل بين موقع النفـايات والآبار المنتجـة، **أما الخطوة الثـانية** فتتمثل في إجراء الفحوص الكيميائية المخبرية للتأكد من وجود غيض المخلفات من ناحية، وتحديد اتجاه ومقدار انحدار سطح المياه الجوفية من ناحية أخرى، وبناء على هذه المعطيات يمكن وقف أو منع حركـة غيض التربة باتجاه البئـر بإحلال آبار تغذية وإنشاء تجمع للمـياه الجوفية العذبة بمخـروط عكسي، بمعنى أن تتمكن هذه البدائل من تحويل حـركة غيض المخلفات الملوثة للبـئر المنتجة بعكس الاتجـاه، وكفى الله المؤمنين شر التلوث.



الباب الثاني
الجزر القطرية



الفصل السابع

الخصائص العامة لمياه قطر الإقليمية

أولا: الموقع والمساحة.

ثانيا: خطوط الأعماق.

ثالثا: ملوحة المياه السطحية.

رابعا: حركة الأمواج.

خامسا: حركة المد والجزر.

سادسا: التيارات البحرية.

سابعا: الرفرف القاري.

أولا: الموقع والمساحة:

تمتد دولة قطر (شبه جزيرة قطر والمياه الإقليمية بما فيها الجزر) بين خطى عرض (٢٢ً ١٨َ ٢٤ْ، ٣٠ً ١َ ٢٧ْ) شمالا، وبين خطي طول (٣٠ً ٥٠ْ، ٩ً - ٥٣ْ) شرقا (**دولة قطر، صناعة الزيت في قطر، ١٩٧٧**)، ويعني ذلك أنها ترتكز على محورين: **الأول**: شمالي - جنوبي يمتد إلى أكثر من درجتين عرضيتين ونصف، بحيث تبلغ المسافة بين أقصى امتداد لطرفيه (٣٠٣,٨) كم، فإذا ما عرفنا أن أقصى طول لشبه جزيرة قطر بين الرويس المطلة على الساحل الشمالى، وأبعد نقطة على الحدود الجنوبية يبلغ (١٨٨) كم، فإن المسافة بين الرويس وحدود الجرف القاري القطري الشمالي تبلغ أكثر من (١١٥) كم تقريبا. **والثاني**: شرقي - غربي يقع ضمن حدود درجتين طوليتين ونصف تقريبا، ويبلغ طوله (٢٣٢) كم، وبما أن المسافة بين الساحل الشرقي والساحل الغربي تصل إلى (٨٠) كم في خط مستقيم، فإن عرض القطاع البحري على كلا جانبي الساحل يبلغ أقصاه (١٥٢) كم، تنال الجبهة البحرية الشرقية النصيب الأكبر منه [حُسِبَت الأبعاد على أساسين، **الأول**: المسافة الحقيقية بين كل درجتين عرضيتين تعادل (٦٩) ميلا أي (١١٠,٤) كم. **والثاني**: أن المسافة الحقيقية بين كل درجتين طوليتين تعادل (٦٠) ميلا أي (٩٦) كم] (**يوسف توني، ١٩٦٢، ص٢١٢-٢١٣**)، وهي بهذا الموقع وذلك الامتداد تغطي مساحة قدرت بحوالي (٢٢٢٧١,٩) كم٢ موزعة على النحو التالي:

١- مساحة شبه جزيرة قطر تبلغ حوالي (١١٧٥٠) كم٢.

٢- مساحة الجبهة البحرية (بدون الجزر) (١٠٤٣٤) كم٢.

٣- مساحة الجزر القطرية (٨٧,٨٦١) كم٢.

وتجاور في موقعها هذا كلا من دولة البحرين والمملكة العربية السعودية كما تشاطر كلا من دولة الإمارات العربية المتحدة وجمهورية إيران الإسلامية الجرف القاري الذي يمتد على طول الجبهة البحرية الشرقية والشمالية الشرقية والشمالية من دولة قطر، ويتفق مع خط طول (٩ً-٥٣ْ) شرقا (**خريطة رقم ٧-١**). ولعل دولة قطر بالنسبة **للموقع الفلكي** تتأثر بقدر كاف من الإشعاع الشمسي مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة التي لا تقل في فصل الصيف عن (٣٥ْ) مئوية في المتوسط،



شكل رقم (٧-١)

خريطة دولة قطر

(شبه الجزيرة والجزر والمياه الإقليمية)

بينما قد تقل عن (١٥ْ) مئوية في فصل الشتاء، وهي تضع دولة قطر ضمن نطاق الأقاليم الحارة، أما بالنسبة لموقعها من اليابس والماء فنعلم أن الامتداد شبه الجزيري والبحري لدولة قطر يضعها وسط كتلتين عظيمتين من اليابس، فإلى الغرب تمتد كتلة الجزيرة العربية، وإلى الشمال الشرقي والشمال تمتد الكتلة الإيرانية.

وبهذا الامـتداد داخل ميـاه الخليج شأن في الأحـوال المناخية، إذ حـقق لها إمكانية تصيد الرياح الشمالية والشمالية الغربية وما يصاحبها من أعاصير المتوسط، تجلب لها الأمطار الشتـوية، كما أن لهذا الامتداد دورا في ازدهار كـثير من مواني قطر إبان كان الخليج العـربي أحد الطرق البحـرية الهامة، وبحكم اتسـاع جبهتـها البحرية أمكنها السيطرة على طرق الملاحة، وتحـركات السفن على المحاور المختلفة في الخليج العربي، بل لعل طول الجـبهة البحرية حـقق لدولة قطر فرص الاتصال البحـري مع دول الخليج العربي وجنوب شرق آسـيا. زاد من أهميتـها فيمـا بعد اكـتشـاف البتـرول، نالت على إثره الدول المـطلة على الخليج حظهـا من التقـدم والتطور في مختلف مناحي الحياة الاجتماعية والاقتصادية والعمرانية.

ثانيا: خطوط أعماق المياه الإقليمية:

يتمـيز قاع الخليج العربـي ضمن المياه الإقليمـية لدولة قطر بضحـولته وقلة الأعماق فـيه، ويعزى ذلك إلى أن قـاع الخليج العربي قد تأثر بحركـة الالتواءات الألبية، فـاستجابت لهـا الوحدات التي تحيط به بدرجات مـتفاوتة، فقـد خضعت منطقة زاجروس الواقعة على الجانب الشرقي لـلخليج العربي خضوعا تاما، حيث كانت مقـاومتها للحـركات الرافعة والضاغـطة ضعيفة، فـالتوت إلى أعلى مكونة سلسلة جبال زاجـروس، أما منطقة الدرع العربي فقد قـاومت هذه الحركات بقدر محـدود، فتأثرت بعض هوامـشها الـشرقيـة ورفرفهـا القاري، فالتـوت التواءات خفيفة، كان من أهم آثارها حوض الربع الخالي وحوض الدبدبة الذي يعتبر الخليج العربي امتدادا لهما.

وإذا حاولنا اسـتقراء (**شكل رقم ٧-٢**) و(**شكل رقم ٧-٣**)، فإن حـقائق جمة ستتضح لنا، نوردها على النحو التالي:

١- **تزداد أعماق المياه بالاتجاه بعيدا عن سواحل شبه جزيرة قطر**، وهي على الجانب الشرقي أكـثر وضوحا - حيث تتـقارب خطوط الأعماق - منهـا على الجانب الغربي التي تبدو فيها خطوط الأعماق متبـاعدة، وتفسير ذلك أن خليج سلوى محدود في مـساحته قيـاسا بالخليج ككل، وإن الرواسب التي يستقـبلها خليج سلوى، سـواء تلك التي تذروها الريـاح من الجانب الـغربي السـعـودي، أو

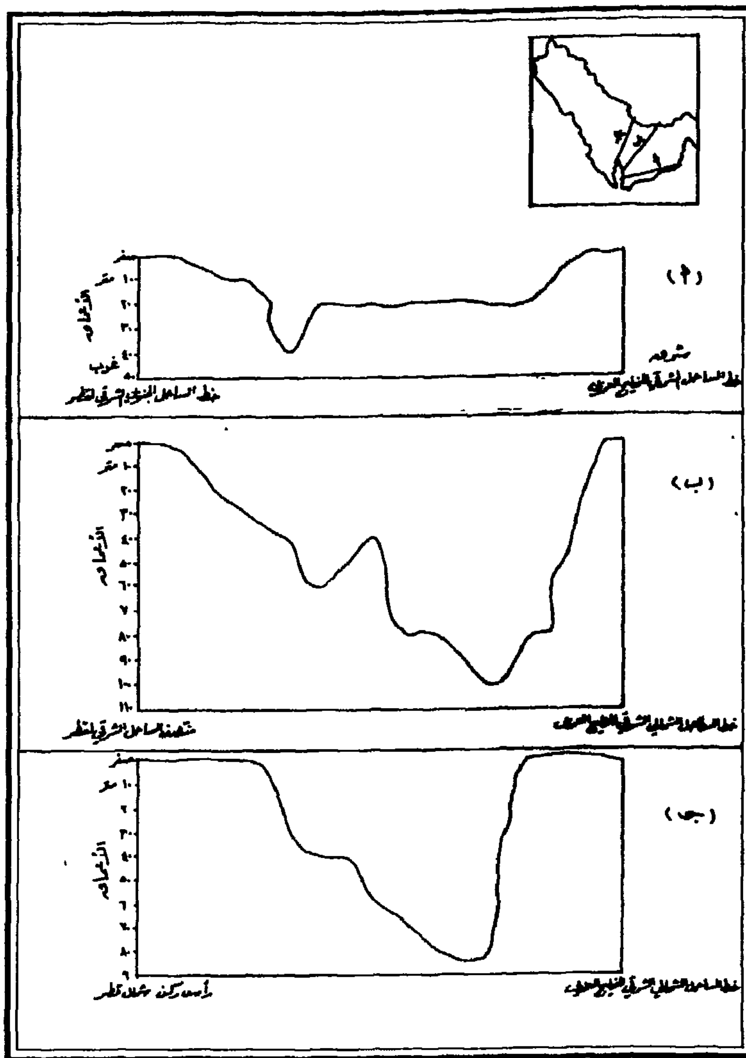


شكل رقم (٧ - ٢)

خريطة خطوط تساوي أعماق المياه الإقليمية لدولة قطر

الشرقي القطري (بالنسبة لموقع خليج سلوى)، أو تلك التي تنقلها التيارات البحرية من منطقة شط العرب، كفيلة بأن تغدو الأعماق معها ضحلة.

٢- **خط أعماق (-١ إلى -٥) م**، تتفاوت خطوط الأعماق على الساحل الغربي من مكان إلى آخر تفاوتها على الساحل الشرقي، فنجد أن خط أعماق ما بين (-١ و -٥) م يقترب من الساحل إلى حد التماس تقريبا، وتتمثل هذه الخصائص في المنطقة الممتدة من مسيعيد باتجاه الجنوب حتى القطاع الأوسط المقابل لنقيان قطر، وكذلك على طول الساحل الغربي جنوب مدينة



شكل رقم (٧-٣-٢)
قطاعات عرضية لقاع الخليج العربي ومياه قطر الإقليمية

دخان، ولعل الأعـماق في هاتين المنطقـتين تتأثر بما يسـود نقيـان قطر والجزء الجنوبي من دخـان من رواسب رملية سائبـة ساهمت بشكل أو بآخـر في قلة الأعماق، فَرَقَّ الماء فيهما.

ويتـراوح عرض المنطـقة الأولى مـا بين (١٠٠ و ٤٠٠) م، بينمـا لا يزيد في الثانيـة على (٧٠) م كمعـدل عام، وفيمـا عدا ذلك فإن خط أعـماق (-٥) م يأخذ في الابتعاد عن خط الساحل حيث يتفاوت عرض المنطقة من (١,٧٥)كم

بين رأس لفان والحويلة، إلى (٣) كم مقابل مدينة الوكرة، ويبلغ أقصى عرض للمنطقة التي يشغلها خط أعماق (-٥) م بين (٢٠) كم على الساحل الغربي وخاصة القطاع البحري الذي يقع ضمنه أرخبيل جزر حوار، إلى (١٠)كم مقابل دوحة مسيعيد، بحيث يشمل اللسان الرسوبي الجنوبي الشرقي من فشت العريف بما فيها جزيرة البشيرية، فضلا عن ذلك تتسع المنطقة التي تقع ضمنها جزيرتي العالية والسافلية، وقبالة سميسمة والخور والذخيرة.

٣- **خط أعماق (-٥ إلى -١٠) م**، يبدأ هذا الخط إلى الشمال قليلا من مصب الزيت في مسيعيد، ويتفق مع خط عرض (٥٤َ ٢٤ْ) شمالا، وبعرض يبلغ حوالي (٥٠٠) م، ثم يبتعد عن الساحل مقابل مسيعيد متأثرا باللسان الرسوبي الجنوبي الشرقي لفشت العريف، وأمام المنطقة الممتدة بين معسكر الدحيل والخور، حيث يبلغ عرضه في هذا القطاع أكثر من (٢٧) كم، وتقع عند حدوده الغربية كل من جزر السافلية والعالية والمرقات (المكيار)، ويعني ذلك أن هذه المنطقة تتأثر بشكل واضح بحركة التيارات البحرية الساحلية التي تعمل على ملئها بالإرسابات، يساعدها في ذلك حركة الرياح السفلية الغربية أو الشمالية الغربية التي تعسف الرمال من منطقة الخور والذخيرة وتلقي بها في تلك المواقع، مما يؤدي إلى زحزحة خطوط الأعماق بعيدا عن الساحل.

وإلى الشمال من رأس لفان يبدأ خط أعماق (-١٠) م بالاقتراب من الساحل ويستمر حتى الطرف الشمالي لرأس ركن، وتفسير ذلك يكمن في أن هذا القطاع يتأثر نوعا ما بعمليات النحت البحري وبالتالي جرف الرواسب وتعميق المنطقة، يأخذ خط الأعماق بعدها بالابتعاد على طول القطاع الساحلي الشمالي الغربي المواجه لمنطقة الزيارة وشبه جزيرة أم حيش حيث يحتضن كلا من فشت الديبل وقطعتي جرادة والشجرة والأجزاء الشرقية من فشت أدهم، وجميعها يتميز بشعابه المرجانية وشطوطه الرملية، وإلى الجنوب يشغل المنطقة المحصورة بين أرخبيل جزر حوار والحدود القطرية البحرينية، ثم يقترب ثانية من خط الساحل في المنطقة المحصورة بين خطي عرض (١٠َ ٢٥ْ و ٣٩َ ٢٥ْ) شمالا.

٤- **خط أعماق (-١٠ إلى -١٥) م**، تتمثل هذه الأعماق في المنطقة الساحلية الجنوبية الشرقية، وحول جزيرات الأسحاط وجزيرة شراعوه، يحدها من الشمال

المنطقة الهلالية لفشت العريف، وتتفق حدودها الشرقية مع خط طول ٤٠َ ٥١ْ شرقا، ويمتد منها شريط باتجاه الشمال حيث يتسع إلى الشمال مباشرة من رأس ركن حتى يقابل الحدود الشمالية الغربية لـلجرف القاري القطري، أما على الساحل الغربي فتمتد على محور طولي يوازي خط طول (٤٠َ ٥٠ْ) شرقا.

٥- **خط أعماق (-١٥ إلى -٢٠) م**، تحصر هذه الأعماق المنطقة الممتدة من حقل البندق باتجاه الشمال الغربي حيث تتسع على الجانبين وخاصة عند خط عرض الدوحة، ومنها تلتزم الاتجاه الشمالي في شريط ضيق حتى خط عرض الذخيرة، تنحرف بعدها نحو الشمال الغربي حتى حدود الجرف القاري، ويبدو أن هذه الأعماق لا تتمثل في خليج سلوى للأسباب التي تم رصدها سابقا.

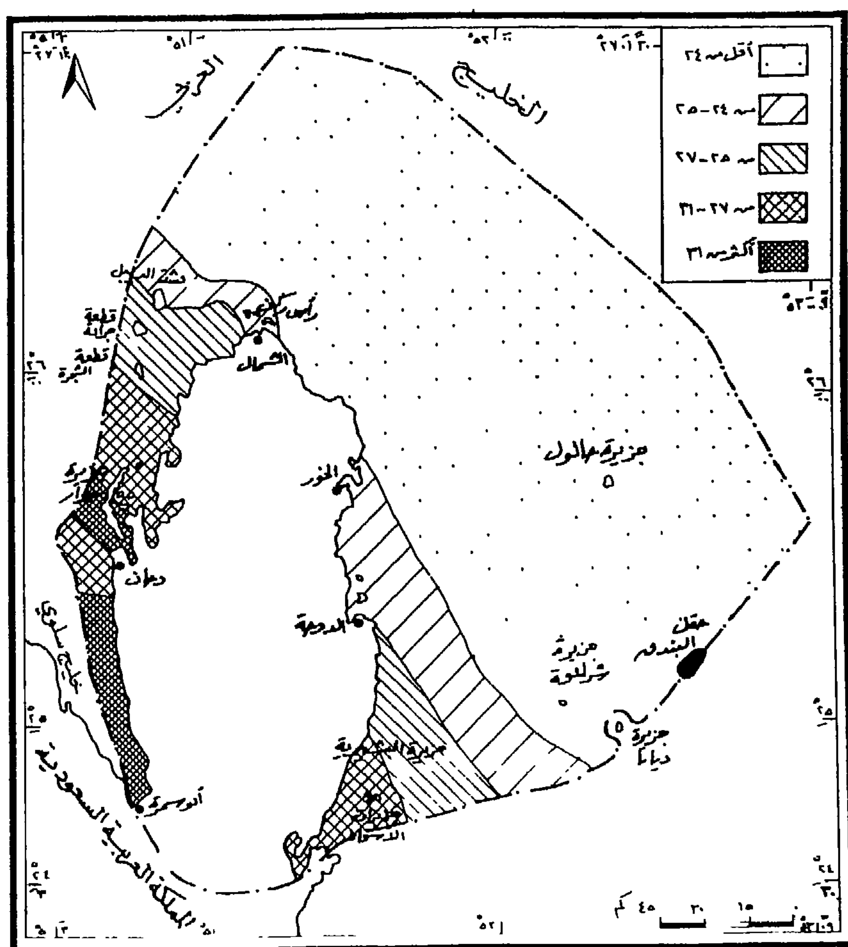
٦- **خط أعماق أكثر من (-٢٠) م**، يشمل بقية الجرف القاري القطري، وتقع ضمنه جزيرة حالول، بحيث لا تقل الأعماق حولها عن (-٢٢) م، وعلى بعد (٢٧) كم إلى الشمال الغربي من جزيرة حالول تتمثل أعمق أجزاء الرفرف القاري القطري، ويصل عمقه إلى حوالى (-٤٥) م، وهناك منطقة أخرى تقع على بعد (٤,٥) كم إلى الجنوب الغربي منها تصل أعماقها إلى (-٣٨) م، ويبدو أن هذه الأعماق القريبة من جزيرة حالول تميز الرفرف القاري وقاع الخليج الذي تقوس إلى أسفل بشكل جعل منه جرفا قاريا شديد الانحدار (**شكل رقم ٧-٣**)، وهو ترجمة حقيقية للحركات الأرضية التي تعرض لها قاع الخليج العربي خاصة والمنطقة بصفة عامة، وستُعزز هذه الحقائق عند دراسة الرفرف القاري القطري.

ثالثا: ملوحة المياه السطحية:

تتميز مياه الخليج عامة ومياه قطر الإقليمية بصفة خاصة بدفئها، حيث يتراوح متوسط درجات حرارة المياه السطحية صيفا ما بين (٩٠ْ و ٩٢ْ) فهرنهيتية أي ما بين (٣٢,٢ْ و ٣٣,٣ْ) مئوية، أما في فصل الشتاء فإن تدرج درجات الحرارة يتفاوت في توزيعه بين الشمال والجنوب بقدر ما يتفاوت في قيمه، إلا أن المعدلات العامة لدرجات الحرارة تتراوح ما بين (٦٥ْ و ٧٥ْ) فهرنهيتية، أي ما بين (١٨,٣ْ و ٢٣,٩ْ) مئوية، وعلى هذا الأساس فإن دفء المياه ينجم عنه آثار هامة تتمثل في زيادة ملوحة المياه السطحية، من هنا يتفق توزيع خطوط تساوي الملوحة

مع توزيع خطوط الحرارة المتساوية Isotherms، وخاصة في فصل الصيف، حيث تنشط عملية التبخر (شكل رقم ٧-٤)، فنجد أن أكثر قطاعات المياه السطحية ملوحة تتركز حول المنطقة الممتدة بين مركز حدود أبو سمرة ومدينة دخان، إذ تبلغ نسبته (٣٢) جزء في الألف، وتشمل فضلا عن ذلك الأجزاء الجنوبية والغربية من أرخبيل جزر حوار، وشبه جزيرة أروق. Isoholines

ويعني ذلك أن خليج سلوى يتعرض لعمليات بخر شديدة خلال فصل الصيف، نظرا لصغر مساحته ورقة مياهه (ضحولتها)، مما يترتب عليه تخلف كميات كبيرة من الأملاح تضاف إلى كميات الأملاح المذابة في مياهه فتزيد من



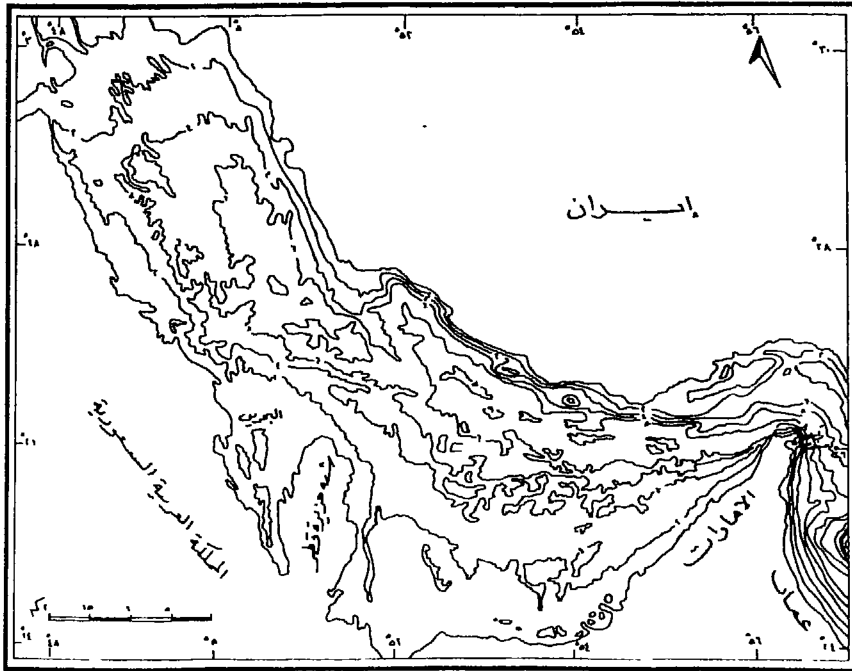
شكل رقم (٧-٤)

خريطة خطوط تساوي متوسط ملوحة المياه السطحية الإقليمية لدولة قطر (جزء في الألف)

نسبتها، وأن كمية الأمطار التي يستقبلها لا تعوض الفاقد من عملية التبخر، فتحتفظ مياهه بملوحتها القصوى. ونلاحظ أن نسب الملوحة تتناقص كلما اتجهنا نحو الشمال والشرق، إذ تحوم قيمها في أقصى شمال قطر وخاصة حول رأس ركن وكذلك في الشريط الساحلي الممتد من الدوحة حتى خور الذخيرة ما بين (٢٤ و ٢٥) جزء في الألف، فيما تبلغ حول جزيرتي حالول وشراعوه أدنى قيمة لها فتتراوح ما بين (٢٣ و ٢٤) جزء في الألف، شأنها في ذلك شأن مياه الخليج أمام الساحل القطري الممتد من خور الذخيرة حتى المفجر.

رابعا: حركة الأمواج:

تتمثل أعمق أجزاء الخليج العربي التي تزيد على (-٨٠) م على الجانب الإيراني منه، (خريطة رقم ٧-٥) و (القطاعات رقم ٧-٣)، فيما تتراوح الأعماق في بقية أجزائه ما بين (-١٠ إلى -٨٠) م، وإذا عرفنا أن مساحته تبلغ نحوا من (٢٣٩٠٠٠) كم٢، وأنه لا يتأثر بالرياح القوية التي تسود البحار



شكل رقم (٧ - ٥)
خريطة خطوط تساوي أعماق الخليج العربي

المفتوحة، لوجدنا أن لكل هذه الخصائص أكبر الأثر على حركة الأمواج فيه، إذ يبلغ معدل سرعة الأمواج (٢١) م/ث، على اعتبار أن طول الموجة في المياه الضحلة تتراوح ما بين (٣٠٠ و ٥٠٠) قدما، ويبلغ معدل ارتفاع الموجة حول سواحل قطر مترين، تصل في فصل الشتاء على إثر نشاط الرياح الشمالية والشمالية الغربية إلى (٦) م، وأن سرعة الموجة تتراوح ما بين (٥ و ٣٠) م وخاصة أثناء هبوب العواصف، أما انحدارها فلا يتجاوز (٠,٠٥) مترا. كان لهذه الخصائص أثرها في تشكيل السواحل القطرية وجزرها بظاهرات مورفولوجية متنوعة ومتباينة، كالجروف البحرية والرؤوس الصخرية والمسلات والألسنة والحواجز والشطوط الرملية، التي ما برحت أعلاما شاهدة على فعل الأمواج نحتا وإرسابا، تساندها كل من التيارات البحرية وحركة المد والجزر التي تعتبر من أبرز الظاهرات الطبيعية في الخليج العربي.

خامسا: حركة المد والجزر:

تلعب حركة المياه البحرية (الأمواج، التيارات، المد والجزر) كما لاحظنا أثناء دراستنا للأشكال الساحلية دورا كبيرا في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية، وفي حركة الملاحة البحرية، وفي حركة خروج ودخول السفن من وإلى الموانئ القطرية، كما تؤثر في عملية صيد الأسماك وخاصة بطريقة الحظائر.

فالمد والجزر ظاهرتان طبيعيتان تحدثان يوميا، وتتعرض لهما سواحل قطر وجزرها مرتين، ويرتبط حدوثهما بقوة جذب القمر للأرض، كما تخضعان لدوران الأرض حول نفسها أمام القمر والشمس، ولدوران القمر حول الأرض، وتستغرق الفترة التي يظهر فيها المد حول سواحل قطر وجُزُرها (٦) ساعات، يتبعها (٦) ساعات أخرى للجزر، وهكذا تتتابعان دائما لدرجة أنه يحدث مدان وجزران كل (٢٤) ساعة و (٥٠) دقيقة، أو مرة كل (١٢) ساعة و (٢٦) دقيقة، أما ما يعرف بذروة المد العالي Spring Tide فإن حدوثها يتم مرتين في الشهر، إذا كانت الأرض والشمس والقمر على استقامة واحدة، تتفاوت في هذه الحالة قوة جذب كل من القمر والشمس للأرض، فتبلغ موجة المد أقصى ارتفاع لها (المد الكامل) عند هلال القمر وبدْره، كما ترتبط ظاهرة المد والجزر في حوض الخليج العربي

بضحولة مياهه، وأبعاده التي لا تزيد على (٨٠٠) كم طولا، (٢٩٠) كم لأقصى عـرض له في الوسط، ولهذا تصل قـوة حـركة المد إلى (٣) م عند أطرافـه وتقل بالاتجـاه نحو الوسط، وقـبل تطبيـق هذه القواعـد على حركـة المد والجزر حـول سواحل قطر وجزرها، نعرض للجدول التالي:

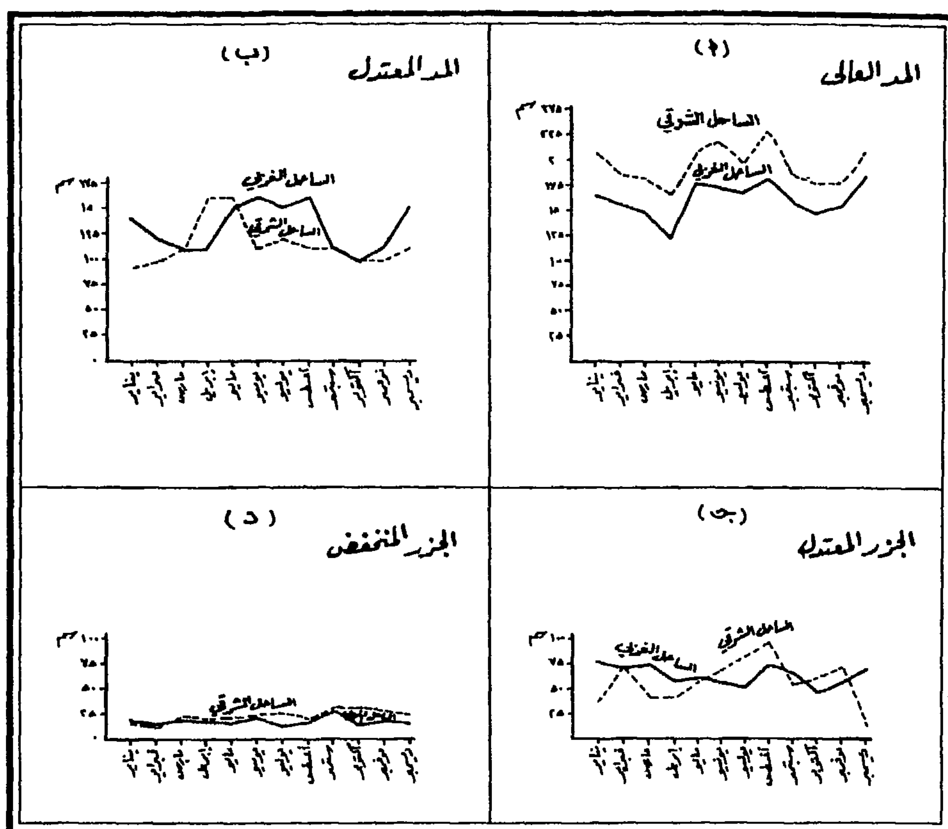
جدول رقم (٧-١)

معدلات المد والجزر حول سواحل قطر وجزرها (متر)

	الساحل الشرقي				الساحل الغربي			
	الثالثة مساء	الرابعة صباحا	العاشرة صباحا	التاسعة مساء	الثالثة مساء	الرابعة صباحا	العاشرة صباحا	التاسعة مساء
يناير	١,٦٨	٠,٩٢	٠,٣٦	٠,١٥	٢,١	١,٤	٠,٧٥	٠,١٨
فبراير	١,٦٠	٠,٩٨	٠,٧٢	٠,١٢	١,٩	١,٢	٠,٧٠	٠,١٦
مارس	١,٥٠	١,١١	٠,٤٥	٠,٢٢	١,٨	١,١	٠,٧٥	٠,٢٠
إبريل	١,٢٤	١,٦٠	٠,٤٢	٠,٢٠	١,٧	١,١	٠,٥٥	٠,١٨
مايو	١,٧٨	١,٦٠	٠,٤٨	٠,٢٢	٢,١	١,٥	٠,٦٠	٠,١٦
يونيو	١,٧٥	١,١	٠,٥٥	٠,٢٤	٢,٢	١,٦	٠,٥٥	٠,٢٢
يوليو	١,٧٠	١,٢	٠,٨٠	٠,٢٦	٢,٠	١,٥	٠,٥٠	٠,١٤
أغسطس	١,٨٤	١,١	٠,٩٠	٠,٢٢	٢,٣	١,٦	٠,٧٣	٠,١٦
سبتمبر	١,٦٠	١,١	٠,٥٥	٠,٣٠	١,٩	١,١	٠,٦٥	٠,٢٨
أكتوبر	١,٤٨	٠,٩٨	٠,٦٠	٠,٣٢	١,٨	٠,٩٨	٠,٤٥	٠,١٤
نوفمبر	١,٥٦	٠,٩٨	٠,٧٢	٠,٢٨	١,٨	١,١	٠,٥٥	٠,١٨
ديسمبر	١,٨٢	١,١	٠,١٢	٠,٢٤	٢,١	١,٥	٠,٧٠	٠,١٦
المعدل	١,٧٠	١,٣	٠,٦٢	٠,٢٤	٢,١	١,٦	٠,٦٤	٠,٢٠

ومن تحليل منحنيات المد والجزر (**شكل ٧-٦ أ، د**) واستـعراض **(الجدول السابق رقم ٧-١)**، تتضح لنا الحقائق التالية:

١- تتفـاوت قيم المد ارتفـاعا على السواحـل الغربية، وانخـفاضا عـلى السواحل الشرقية، فبينما تتراوح معدلاتها العامة في الأولى ما بين (١,٦-٢,١) م، لا تزيد في الثانيـة على المعدلات (١,٣-١,٧) م، وهو أمر طبيـعي ما دمنا قد عرفنا أن حركة المد والجـزر تتناسب عكسيا مع ضيق الرقعة التي تحـدث فيها، ولما كانت الرقـعة التي يشغلها خـليج سلوى محدودة وضيـقة وشبه مـقفلة، ومياهها ضحلة، فإن حركة المد تظهر فيها بشكل واضح.



شكل رقم (٧-٦)

منحنيات المد والجزر موزعة حسب شهور السنة

٢- تظهر قمتان للمد العالي في شهر اغسطس، تتمثل **الأولى** على طول السواحل الشرقية وبمعدل (١,٨٤) م، وتتمثل **الثانية** على طول السواحل الغربية وتصل قيمتها إلى (٢,٣) م.

٣- تنحصر أدنى قيمتين للمد العالي في شهر أبريل، تبلغ الأولى (١,٢٤) م، وتمثل السواحل الشرقية، بينما تبلغ الثانية (١,٧) م على السواحل الغربية، وهي قيمة تتعادل والمعدل العام للمد العالي على السواحل الشرقية في الثالثة مساء **(راجع شكل رقم ٧-٦أ)**.

٤- تنفرد حوالي (٥٠٪) من الفترة بمعدلات لا تزيد في قيمها على (١,٦) م على الساحل الشرقي، بينما ترتفع هذه القيم في نفس الفترة لتصل إلى (١,٩)م على الساحل الغربي.



٥- تتفاوت معدلات المد في بقية الفترة (٥٠٪) ما بين (١,٦٨ و ١,٨٢)م على الساحل الشرقي، في حين ترتفع هذه المعدلات في ذات الفترة لتبلغ (٢-٢,٢)م على الساحل الغربي.

٦- تحوم قيم المد المعتدل (شكل رقم ٧-٦ب) حول المعدلات (٠,٩٢-١,١)م على الساحل الشرقي، علما بأن (٦٧٪) من الفترة لا تقل معدلاتها عن (١,١)م، أما قيم المد المعتدل على طول الساحل الغربي فلا تقل معدلاتها عن (١,١)م، باستثناء معدلات شهر أكتوبر التي تصل إلى (٠,٩٨م)، ويلاحظ أن خطي الرسم البياني لكل من قيم الساحلين الشرقي والغربي يتقاطعان في نقاط أربع تمثلها أشهر مارس ومايو وسبتمبر وأكتوبر، ومع تساوي القيم في الشهرين الأخيرين ينطبق الخط البياني فيهما تماما، بيد أن الفجوة تتسع بين قيم الساحلين خلال شهر إبريل وأشهر الصيف يونيو ويوليو وأغسطس.

٧- تقل معدلات الجزر المعتدل والمنخفض (شكل رقم ٧-٦جـ د) على كلا الساحلين عن (١)م، إلا أن قيمتيهما تكون على الساحل الشرقي أكثر وضوحا في شهر أغسطس (٠,٩٠م)، وشهر أكتوبر (٠,٣٢م)، منهما على الساحل الغربي، الذي تصل أعلى قيم لهما في أشهر يناير ومارس (٠,٧٥م)، وسبتمبر (٠,٢٨م).

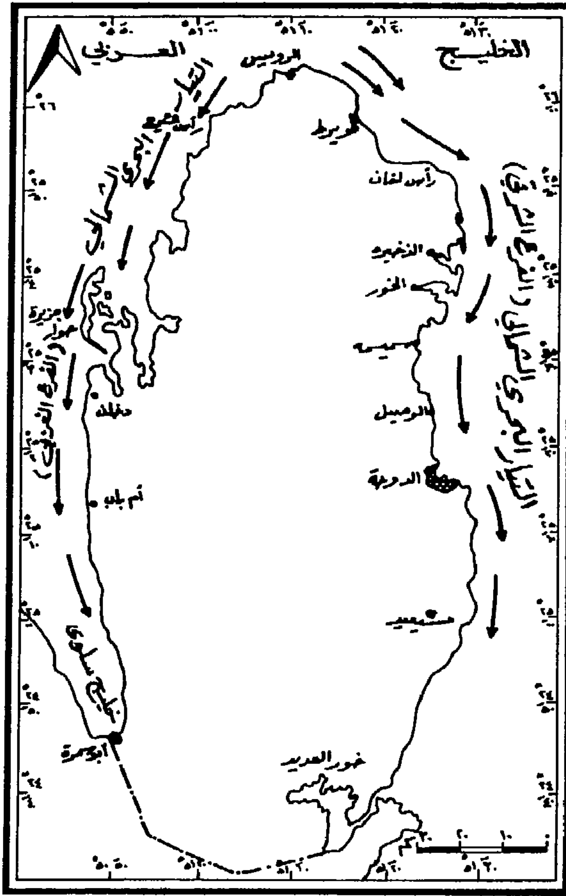
من هذا العرض نلاحظ أن معدلات المد العالي ترتفع على طول السواحل الغربية وحول أرخبيل جزر حوار بدرجة أكبر منها على طول السواحل الشرقية، بحيث يصل الفارق بين هذه المعدلات في أشهر الصيف إلى (٠,٥) م، وينطبق ذلك على أشهر الشتاء، وهي فروقات قد تعزى إلى ضيق الرقعة المساحية لخليج سلوى ورقة مياهه، وقلة تعاريج سواحله نسبيا.

سادسا: التيارات البحرية:

تمثل التيارات البحرية في الخليج الغربي وحول سواحل قطر والجزر التابعة لها وكل من حركة الأمواج والمد والجزر - كما ذكرنا سابقا - عوامل هامة تساهم في تشكيل السواحل وقاع الخليج العربي بظاهرات مورفولوجية من جهة، وفي تعديل خصائص المياه المجاورة للسواحل من جهة ثانية، وتنشأ التيارات البحرية في



الخليج العربي بسبب تحريك الرياح الموسمية أو الشمالية والشمالية الغربية للمياه السطحية أولا، واختلاف خصائص مياه الخليج عن مياه خليج عمان وبحر العرب ومن خلفهما المحيط الهندي؛ نظرا لزيادة عمليات البخر التي يتعرض لها حوض الخليج العربي، وقلة الأمطار التي لا يمكن أن تعوض الفاقد عن طريق التبخر، أو أن تؤدي إلى نوع من التوازن بينهما ثانيا.



شكل رقم (٧ – ٧)

خريطة التيارات البحرية الشمالية

وانطلاقا من هذه الركيزة تتحرك المياه السطحية (خريطة رقم ٧-٧) على شكل تيارات بحرية من المحيط الهندي عبر خليج عمان ومضيق هرمز بفعل الرياح الموسمية الجنوبية الشرقية، فتعمل على رفع مستوى مياه الخليج بمعدل قدم واحد، وتبلغ سرعتها (٦) قدم/ يوم، أي (٩,٧) كم، ولما كانت الرياح التي تهب على دولة قطر هي الشمالية أو الشمالية الغربية، فإن ذلك يضعف من حركة التيارات البحرية الجنوبية، ويجعل من الصعب التمييز في نفس الوقت بين هذه التيارات وبين تيارات المد المشابهة لها Tidal Streams.

وهناك تيارات بحرية تتفق وحركة الرياح الشمالية الغربية السائدة قادمة من الشمال، فتتأثر بها بشكل واضح السواحل القطرية وتؤثر بها، فعند اصطدامها بالساحل الشمالي لقطر تنقسم إلى قسمين: قسم يتابع سيره على طول الساحل

الشرقي، والآخر يحاذي الساحل الغربي وسواحل أرخبيل جزر حوار، ويتمثل عملهما في نقل المفتتات والرواسب من المناطق الشمالية وإلقائها في الأجزاء الجنوبية حيث تسمح الظروف بذلك، أما ما تقوم به من نحت فيعتبر ضعيفا إذا ما قورنت بعمليات الإرساب؛ لأنها تسير موازية للساحل لا عمودية عليه.

سابعا: الرفرف القاري:

يمثل الرفرف القاري Continental Shelf منطقة انتقالية بين اليابس القطري ومياه الخليج العربي، والذي يشكل بدوره الهوامش الشرقية للرصيف الداخلي الشرقي للدرع العربي، فقد طغت عليه مياه بحر تشس القديم Tethys بعد أن مالت أرضه نحو الشرق والشمال، فاستقبل على طول فترة الغمر البحري رواسب دقيقة - اتخذت في انتشارها الطابع الأفقي عامة، وطبعت الرفرف القاري - في ذات الوقت - بخصائص مورفولوجية وطبوغرافية توضحها مجموعة القطاعات العرضية لقاع الخليج العربي **(شكل رقم ٧-٣)**.

ومن هذه الخصائص أن الرفرف القاري ينتظم في نطاقات تبدأ من سيف البحر Shore-line وتنتهي إلى الأعماق القريبة من نهاية الجرف القاري القطري في الخليج، وأول هذه النطاقات الموازية للساحل هو خط الشاطئ الذي يعتبر جزءا من اليابس في فترات الجزر، ومن الماء في أوقات المد، وتقع ضمنه مجموعة أرخبيل جزر حوار وجزر الساحل الشمالي، وبعض جزر الساحل الشرقي القريبة من الشاطئ منها: (المرقات، العالية، السافلية، البشيرية) والأسحاط.

يتميز هذا النطاق بضحولة مياهه بحيث لا تزيد أكثر الأجزاء عمقا على (-٥) م في المتوسط، وارتفاع نسبة الملوحة في مياهه، وبانتشار العديد من الفشوت والشطوط الرملية التي تتفاوت في اتساعها فوق أرضيته، وفيما يلي نستعرض خصائص انحدارات الرفرف القاري القطري جدولناها كالتالي:

جدول رقم (٧-٢)

انحدارات الرفرف القاري حول سواحل الجزر القطرية

الجـــــزر	معدل الانحدار متر/كم	نسبة الانحدار الكلية	معدل الانحدار ٪
أرخبيل جزر حوار	٠,٦٥	١ : ١٥٤٠	٠,٠٦٥
جزيرة ركن	٠,٦٠	١ : ١٥٧٥	٠,٠٦٠
جزيرة أم تيس	١,١٠	١ : ٨٧٥	٠,١١٠
جزيرة العالية	٠,٧٠	١ : ١٤٠٠	٠,٠٧٠
جزيرة السافلية	٠,٦٠	١ : ١٧٥٠	٠,٠٦٠
جزيرة البشيرية	٠,١٢	١ : ٧٥٠٠	٠,٠١٢

يتبين لنا من الجدول ما يلي:

١- تتفاوت الانحدارات ما بين (١٢, ٠-١,١)م/كم، ويعني ذلك أن قطاعات هذا النطاق إما أن تتأثر بحجم الإرسابات التي تساهم في إلقائها حركة المياه ومحصلة الرياح الغربية أو الشمالية الغربية أو تعمل على جرفها، الأمر الذي يؤدي إلى زحزحة خطوط الأعماق بعيدا عن الساحل، فيتسع الرفرف على حساب الأعماق الأخرى، لذا يتناسب ابتعاد خط أعماق (-٥)م عن الساحل أو اقترابه منه تناسبا طرديا مع نشاط حركة المياه ومقدرتها على الإرساب أو النحت والجرف.

٢- يعتبر قطاع الرفرف القاري فيما وراء جزيرة أم تيس أكثرها انحدارا، حيث يبلغ معدل الانحدار (١,١) م/كم، وهذا يعني أن هذا الجزء من القطاع يتعرض لعمليات نحت، ومن ثم جرف الرواسب وتنظيف المنطقة منها بحكم قوة حركة المياه الناجمة عن التغير في شكل الساحل، ولذا نلاحظ أن القطاع الساحلي الممتد من النقطة التي تكاد تلتقي عندها جزيرة أم تيس مع اليابس القطري حتى تلال فويرط تخلو من الشطوط الرملية.

٣- لعل الشعاب المرجانية وقنوات المد المنتشرة حول جزيرة العالية أدت إلى ارتفاع قيمة معدل انحدار قطاع الرفرف القاري في هذا الموقع ولكن بدرجة طفيفة مقارنة بالجزر المجدولة تحت رقم (٧-٢)، يستثنى من ذلك جزيرة البشيرية التي كان لموقعها وسط فشت العريف أثر على تدني معدلات انحدار قطاع الرفرف القاري حولها.

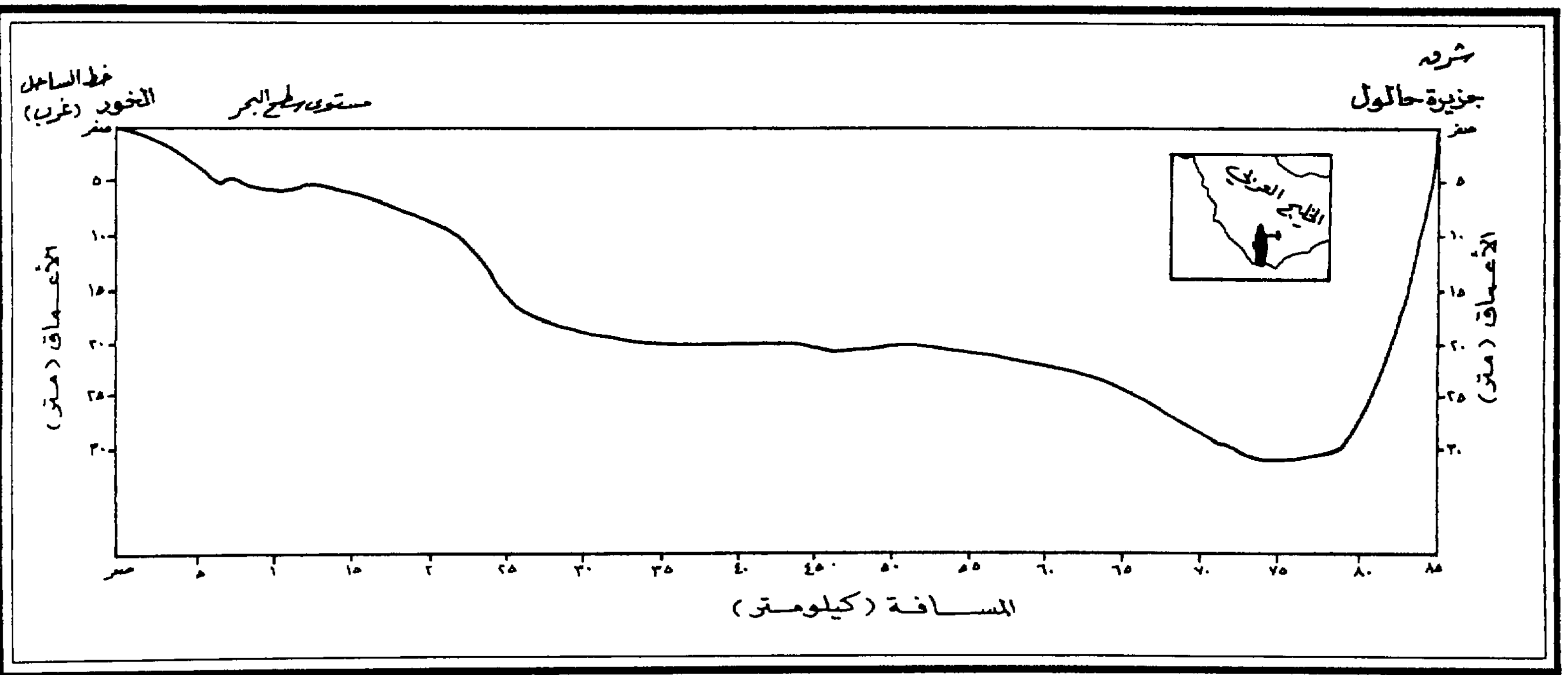


يمتد الرفرف القـاري القطري خارج نطاق الشاطئ على شكل مجـموعة من المصاطب والمدرجات والتقـببات المغمورة بمياه الخليج، تضيق أحيـانا ويزيد عرضها أحيانا أخرى ونادرا ما تختفي، فلو استعرضنا قطاعين تضاريسين، أحدهما للرفرف القـاري بين مدينة الخـور وجزيرة حـالول (رقم ٧-٨)، والآخر يبـدأ من مصب الزيت بمسيعيد حتى الطرف الجنوبي الشرقي لفشت العريف (رقم ٧-٩)، لتبين لنا أن الرفرف القاري ضمن القطاع الأول يتدرج في انحداره حتى خط أعماق (-١٠) م، تتزايد معـدلاته فيما بين خطي أعـماق (-١٠ إلى -١٥) م لتصل إلى (٢,٤) م/كم، ثم يأخذ سطح الرفرف القـاري في الاستواء مفصحا عن مـصطبة عريضة تمتد على محور شرقي - غربي إلى أكـثر من (٢٤) كم، وهي بهذا تعادل أكثر من (ثلث) المسافة بين مدينة الخور وجزيرة حالول بقليل.

تبدأ هذه المصطبة من نقطة تبـعد حوالي (٢٥) كم عن خط الساحل القطري عند الخور، ويبلغ معدل انحدارها (١٥, ٠) م/كم، ومعنى هذا أن الرفرف القاري يبدو بشكل عـام أفقيا مـسطحا، فيمـا عدا ما قد يوجـد به من بعض مظاهر عدم الاسـتواء، وثمـة فرق بين التـسطح والاستـواء (**محمـد صفي الدين، ١٩٦٥**، ص٢٧)، فقد تكون المصطبة أفقية مسطحة ولكنها كثيرة الأخاديد والوهاد.

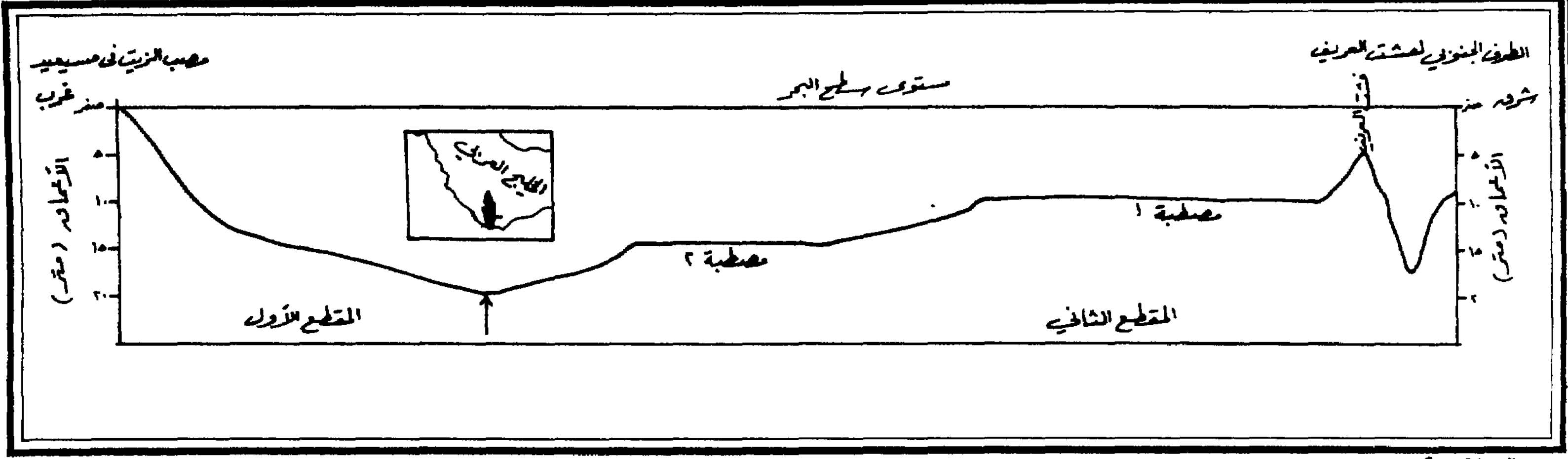
تتزايد بعدها مـعدلات الانحدار، فتصل بالقـرب من الساحل الغربي وعلى بعد يبلغ (١٠,٥) كم من جـزيرة حالول إلى (٠,٧) م/كم، ويدل ذلك على أن المقاطع الجانبية للرفرف القاري تتفاوت بتفاوت التضاريس الساحلية المقابلة، إضافة إلى مـا سبق ذكـره من نشـاط حركـة الميـاه البحـرية ومقـدرتهـا على النحت أو الإرساب، فـهي على الجانـب الغربي لجـزيرة حـالول (أعني المقاطع) تظهـر على شكل سفح لا يسـمح للرواسب بأن تتجمع أو تسـتقر عليـه، فيمـا يظهر العكس بالنسبة للمقطع الجانبي المجاور لساحـل شبه جـزيرة قطر عند الخور، والذي يعتبر أحد مناطـق الإرساب الرئيسـة بحكم طبيـعة الرفـرف القـاري في هذا القطـاع، وتوفـر الظروف المناسبـة لعمليـات الإرسـاب البحـري، ويتفق هذا مع مـا أورده (**محمد صفي الدين**، ص٢٧).

أما الخـصائص الطبـوغرافيـة للرفرف القاري على طول الـقطاع بين مصب الزيت وفشت العـريف، فيمكن أن نـستخلصـها إذا حاولنا التـمييـز بين مقطعين



شكل رقم (٧ - ٨)

قطاع عرضي للرفرف القاري القطري بين الخور وجزيرة حالول



شكل رقم (٧-٩)

قطاع تضاريسي عرضي للرفرف القاري القطري بين مصب الزيت (مسيعيد) وفشت العريف

يفصلهما خـط أعماق (-٢٠) م، فالمقطع الغربي القريب من سـاحل شبه الجزيرة يوضح انحداراته الجدول التالي:

جدول رقم (٧-٣)

انحدارات المقطع الغربي القريب من ساحل شبه جزيرة قطر

فئات خطوط الأعماق	معدل الانحدار م/كم	نسبة الانحدار الكلية	نسبة الانحدار ٪	درجة الانحدار	
				ق	د
صفر إلى -٥	٢٠	١ : ٥٠	٠,٢	١٢	١
-٥ إلى -١٠	١٢,٥	١ : ٨٠	١,٢٥	٤٢	-
-١٠ إلى -١٥	٤	١ : ٢٥٠	٠,٠٤	١٢	-
-١٥ إلى -٢٠	٢,٤	١ : ٤٢٠	٠,٢٤	٦	-

يتـبين من الجدول السـابق و (**شكل رقم ٧-٩**) أن خطوط أعـمـاق المقطع الغربي (الأول) تتناسب طرديا في انحدارها مع الاقتراب من خط الساحل القطري، وعكسيا مع الابتعاد عنه، بمعنى أن مـعدلات الانحدار على طول هذا المقطع تتزايد مع تناقص الأعماق، والعكس صحيح، العلاقة في الحالة الأخـيرة عكسية وقيمتها (-٩٧, ٠)، فيبلغ المعدل (٢٠) م/كم من خط الساحل حتى خط أعماق (-٥) م، وبزاوية مقدارها (١,٢) درجـة، ينحدر الرفرف بعدها انحدارا تدريجـيا حيث تقل معدلات انحـداره في أكثر أجزائه عمقـا لتصل إلى (٢,٤) م/كم، وبزاوية انحدار تعادل (عُشْر) الدرجة، ويبدو أن المنطقة التي يمثلهـا هذا المقطع قد استجابت لحركة الهبوط أثناء عصر الميوسين بشكل أوضح منه في الجزء الواقع إلى الشمال والشمال الغربي من فـشت العريف، إذ كان لطبـيعة هذا الفـشت أثر في حمـاية المنطقة من حركة المياه البـحرية والرياح الشمالية الغربيـة وإرساباتهما، فغدت منطقـة حوضية تصلح لرسو السفن التي يصل غاطسها إلى أكثر من (-١٥)م.

أما المقطع الجانبي الشرقي (الثاني) الذي يمتد فيما بين النهاية الجنوبية الشرقية لفشت العريف في الشرق وخط أعماق (-٢٠) م في الغرب، فتميزه مجموعة من الظاهرات تتمثل في بعض المصاطب والمدرجات وتقبب صغير يعتبر جزءا من فشت العريف، والجدول التالي يوضح معدلات الانحدار:

جدول رقم (٧-٤)

معدلات انحدار ظاهرات المقطع الجانبي الغربي لشكل (٧-٩)

فئات خطوط الأعماق	معدل الانحدار متر/كم	نسبة الانحدار الكلية	معدل الانحدار ٪
-٥ إلى -١٠	١١,١	١ : ٩٠	١,١١
-١٠ إلى -١٥	٠,٧	١ : ١٣٨٠	٠,٠٧
-١٥ إلى -٢٠	٢,٦	١ : ٣٩٠	٠,٢٦

يتضح من (**الشكل رقم ٧-٩**) ومن الجدول السابق أن مجموعة الظاهرات التي تتمثل على طول المقطع الشرقي (الثاني) تتعرض لعمليات الإرساب نظرا لرقة المياه وهدوئها، كما تنحدر جوانبها انحدارا شديدا نحو المصطبة البحرية التي تقع إلى الغرب منها، فتصل معدلات الانحدار إلى (١١,١) م/كم (بنسبة ١,١١٪)، تمتد المصطبة (رقم١) بعد ذلك باتجاه الغرب لمسافة (٣,٧) كم، وتقع على عمق لايزيد على (-١٠) م، وهي ذات سطح مستو تقريبا، يبلغ معدل انحدارها في قطاعها الغربي (٠,٧) م/كم، وتنتهي عند مقطع يصلها بمصطبة (رقم٢) التي تعتبر أقل منها اتساعا، وتمتد لمسافة (٢) كم، كما أنها (أي المصطبة الأخيرة) أكثر عمقا وأشد انحدارا، إذ يصل هذا العمق إلى (-١٥) م، وأن معدل انحدارها في جزئها الغربي لا يزيد على (٢,٦) م/كم (بنسبة ٣٪ تقريبا)، وهي بهذه الخصائص تبدو أقل تعرضا لعمليات الإرساب البحري من المصطبة الأولى التي نظرا لموقعها القريب من فشت العريف تتعرض لظاهرة الإرساب، فأضحت أقل عمقا وأكثر استواء.

يختلف الرفرف القاري أمام سواحل جزيرة حالول ضيقا واتساعا وانحدارا باختلاف البنية الساحلية المقابلة، إذ يعتبر - إذ جاز لنا التعبير - من الرفارف القارية المرجانية، حيث ساعدت الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياهه على نمو الشعاب المرجانية حوله، يتخللها العديد من الصخور والرؤوس المرجانية التي تتمثل بصفة خاصة على الساحل الغربي (**الأدميرالية البحرية البريطانية، ١٩٧٧، لوحة رقم ٣٥١٧**)، والجداول التالية توضح انحدارات الرفرف حول جزيرة حالول.

جدول رقم (٧-٥)

من خط الساحل إلى خط أعماق -١٠م

الجهة	معدل الانحدار م/كم	نسبة الانحدار الكلية	نسبة الانحدار ٪	زاوية الانحدار بالدرجات
الشمالية	١١,٤	١ : ٨٧,٥	١,١٤	٠,٧
الشرقية	٥٧,١	١ : ١٧,٥	٥,٧١	٣,٤
الجنوبية	١٤,٣	١ : ٧٠	١,٤٣	٠,٩
الغربية	٢٨,٦	١ : ٣٥	٢,٨٦	١,٧

جدول رقم (٧-٦)

من خط أعماق -١٠م إلى خط أعماق -٢٠م

الجهة	معدل الانحدار م/كم	نسبة الانحدار الكلية	نسبة الانحدار ٪	زاوية الانحدار بالدرجات
الشمالية	٥,٧	١ : ١٧٥	٠,٥٧	٠,٣٤
الشرقية	٣,٢	١ : ٣١٥	٠,٣٢	٠,١٩
الجنوبية	٣,٢	١ : ٣١٥	٠,٣٢	٠,١٩
الغربية	٣,٨	١ : ٢٦٢,٥	٠,٣٨	٠,٢٣

جدول رقم (٧-٧)

من خط أعماق -٢٠م إلى خط أعماق -٣٠م

الجهة	معدل الانحدار م/كم	نسبة الانحدار الكلية	نسبة الانحدار ٪	زاوية الانحدار بالدرجات
الشمالية	٣,٢	١ : ٣١٥	٠,٣٢	٠,١٩
الشرقية	١,٧	١ : ٥٩٥	٠,١٧	٠,١٠
الجنوبية	٠,٦	١ : ١٦٨٠	٠,٠٦	٠,٠٤
العربية	٢,٠٤	١ ٠ ٤٩٠	٠,٢	٠,١٢

نستخلص من مجموعة الجداول (٧-٥، ٧-٦، ٧-٧) الخصائص التالية:

١- يتميز الرفرف القاري أمام سواحل جزيرة حالول وعلى امتداد قطاعاته بمعدلات انحدارات تتراوح ما بين (٦, ٠ و ١, ٥٧) م/كم (بنسبة ٠٦, ٠٪ - ٧١, ٥٪).

٢- تظهر أكثر مقاطع الرفرف القاري اتساعا على الجانب الشرقي للجزيرة وخاصة بين خط الساحل وخط أعماق (-١٠) م، ويعني ذلك أن هذا المقطع من الرفرف القاري يتعرض لظاهرة الإرساب، الأمر الذي يؤدي إلى استواء سطحه وبالتالي تحرك خطوط الأعماق بعيدا عن الساحل.

٣- تتفاوت معدلات الانحدار بين خطوط الأعماق المختلفة بقدر تفاوتها على طول جوانب جزيرة حالول، فبينما تحوم معدلات الانحدار بين خط الساحل وخط أعماق (-١٠)م حول القيم (٤, ١١-٥٧)م/كم، تتراوح بين خطي أعماق (-١٠ إلى -٢٠)م ما بين (٢, ٣ و ٧, ٥)م/كم، وما بين (٦, ٠ و ٢, ٣)م/كم في المنطقة المحصورة بين خطي أعماق (-٢٠ إلى -٣٠) م.

يظهر لنا من التحليل السابق لمجموعة الجداول والقطاعات الجانبية للرفرف القاري القطري العديد من الخصائص نلخصها في النقاط التالية:

١- يتسع الرفرف القاري أمام السواحل السهلية المستوية، ويضيق أمام السواحل الجبلية المرتفعة، بمعنى أن الرفرف القاري ينسجم والخصائص الطبوغرافية التي تطبع الجانب المقابل له على اليابسة باعتبار أنه جزء منها.

٢- يتميز الرفرف القاري القطري بضحولته في كثير من أجزائه، وصفاء مياهه ودفئها.

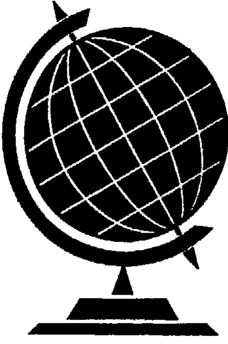
٣- يتضح أن الشاطئ القطري يمتد إلى مسافات بعيدة ضمن الرفرف القاري، وهذا ما يؤكده ظهور بعض الجزر الصخرية والفشوت والقطع الملازمة لليابس كأرخبيل جزر حوار ومجموعة جزيرات الأسحاط والعالية والسافلية، وفشوت العريف والحرابي وأرض النوف واليابس والديبل Ad Dibal وقطعتَي جرادة Qıt'at Jaradah والشجر Ash Shajarh بحكم أنها جميعا تقع ضمن الأعماق الضحلة، وأنها تنكشف كأرض يابسة تفصح عن انتمائها

الأصلي والحقيقي لليابس القطري أثناء حركة المياه مدا وجزرا (راجع الخريطة رقم ١-١).

٤- يتشكل سطح الرفرف القاري القطري بظاهرات مورفولوجية تنحصر في المصاطب والمدرجات البحرية والأخاديد والأودية التي تبدو أحيانا على شكل خوانق Canyons، والتي عملت بدورها (أعني الأودية) على ظهور بعض القنوات والتموجات السطحية، كما تغطي سطحه إرسابات بحرية وقارية ساهمت في استواء سطحه وقلة أعماقه وبالتالي اتساع المسافات بين خطوطه، ولهذه الظاهرات علاقة بالبنية الأصلية ليابس شبه الجزيرة القطرية، وبالتعديلات التي لازمت فيما بعد حركة المياه البحرية ومقدرتها على ممارسة عمليات النحت والإرساب.

٥- تنتشر على طول السواحل القطرية وحول جزرها مجموعات من الشعاب المرجانية والهيارات، وهي من أهم الخصائص الطبيعية للرفرف القاري القطري، ولهذه الشعاب (أو الأرصفة كما تسمى أحيانا) أهمية خاصة في تحديد حركة المياه البحرية، وفي حماية بعض الموانئ من عمليات الإرساب التي تقوم بها، ولعل أصدق مثال لهذا فشت العريف الذي كان لموقعه وشكله الهلالي أكبر الأثر في حماية مصب الزيت بمسيعيد من الرياح والتيارات البحرية القادمة من الشمال.

٦- يلعب الرفرف القاري بأرصفته المرجانية وهياراته دورا اقتصاديا هاما، إذ يتميز بثروته السمكية الهائلة، وأن كثيرا من قطاعاته تتمثل فيها هيارات اللؤلؤ ومغاصاته، فضلا عن احتواء طبقاته الرسوبية على خزانات هائلة من البترول والغاز الطبيعي، كما هو الحال في العِد الشرقي وميدان محزم وبوالحنين، وفي غاز الشمال، ويحتمل وجود خام الكبريت على شكل قُلُنْسُوات تغطي بعض القباب الملحية التي تعلو أرضية الرفرف القاري دون أن تظهر فوق مستوى مياه قطر الإقليمية.



الفصل الثامن

طبوغرافية الجزر القطرية

أولا: جزر الساحل الشرقي.

ثانيا: جزر الساحل الشمالي.

ثالثا: جزر الساحل الغربي.

تتـفاوت الجزر الـقطرية في أبعادها وأشكالهـا بقدر مـا تتفـاوت في نشأتـها وتركيبـها وتطورها الجيومورفولوجي، وفي مـعالجتنا لطبوغرافيـة الجزر القطرية كان لابد من تصنيفها على أساس الموقع من شبه الجزيرة القطرية إلى ثلاث مجموعات:

أولا: مجموعة جزر الساحل الشرقي:

تتعدد جزر الساحل الشرقي وتتفاوت في خصائصهـا، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٨-١)

بعض الخصائص العامة لجزر الساحل الشرقي

الجزيرة	المساحة كم٢	أطوال السواحل كم	البعد عن** الساحل (كم)	الموقع الفلكي	
				خط العرض*	خط الطول*
المرقّات	٠,٠٢	٠,٤	٦,٣	٢٥ْ ٣٦َ -	٥١ْ ٣٥َ -
العالية	١,٨٠	٧,٥	٣,٥	٢٥ْ ٢٥َ -	٥١ْ ٣٣َ -
السافلية	١,١١	٤,٥	٥	٢٥ْ ٢٢َ -	٥١ْ ٣٤َ -
البشيرية	٠,١	١	٣,٦	٢٤ْ ٥١َ -	٥١ْ ٣٧َ ٩ً
الأسحاط	٠,١٨	١,٩	١٣	٢٤ْ ٤٤َ ٤ً	٥١ْ ٤٠َ ٣٠ً
حالول	١,٧٥	٥	٨٧,٨	٢٥ْ ٤٠َ ١٦ً	٥٢ْ ٢٤َ ٣٧ً
شراعوه	٠,١٤	١,٥	٦٠,٣	٢٥ْ ٢٥َ ٥٠ً	٥٢ْ ١٣َ -
المجموع	٥,١٠	٢١,٨	-	-	-

* خطوط العرض والطول تمر بوسط الجزيرة. ** البُعد عن الساحل في خط مستقيم.

يوضح الجدول السابق مجـموعة خصائص تنفرد بهـا جزر الساحل الشرقي، فجزيرة حالول التي تقع على بعد (٩٨)كم إلى شـرق الشمال الشرقي من الدوحة، وعلى بعد (٨٧,٨)كم إلى الشرق من مدينة الخور المتفقتان في خط العرض تقريبا، تبلغ أبعادها ما بين (١ و ٢)كم، وتغطي مساحة تقدر بحوالي (١,٧٥)كم٢، وتبدو على شكل حبة الكمثرى، حيث تستدق في نصفـها الشمالي، وتتـرطح في نصفها الجنوبي، وتقـع بين خطي عـرض (٢٥ْ ٤٠َ و ٢٥ْ ٤١َ) شـمـالا، وخـطي طـول (٥٢ْ ٢٤َ و ٥٢ْ ٢٥َ شرقـا)، ويمر من وسطهـا خط عرض (٢٥ْ ٤٠َ ١٦ً) شـمالا، وخط طول (٥٢ْ ٢٤َ ٢٣ً) شرقا.

ومن الناحية الطبوغرافية، يمكن أن نميز في جزيرة **حالول** ثلاث وحدات جغرافية طبيعية (**خريطة رقم ٨-١**)، نصنفها على النحو التالي:

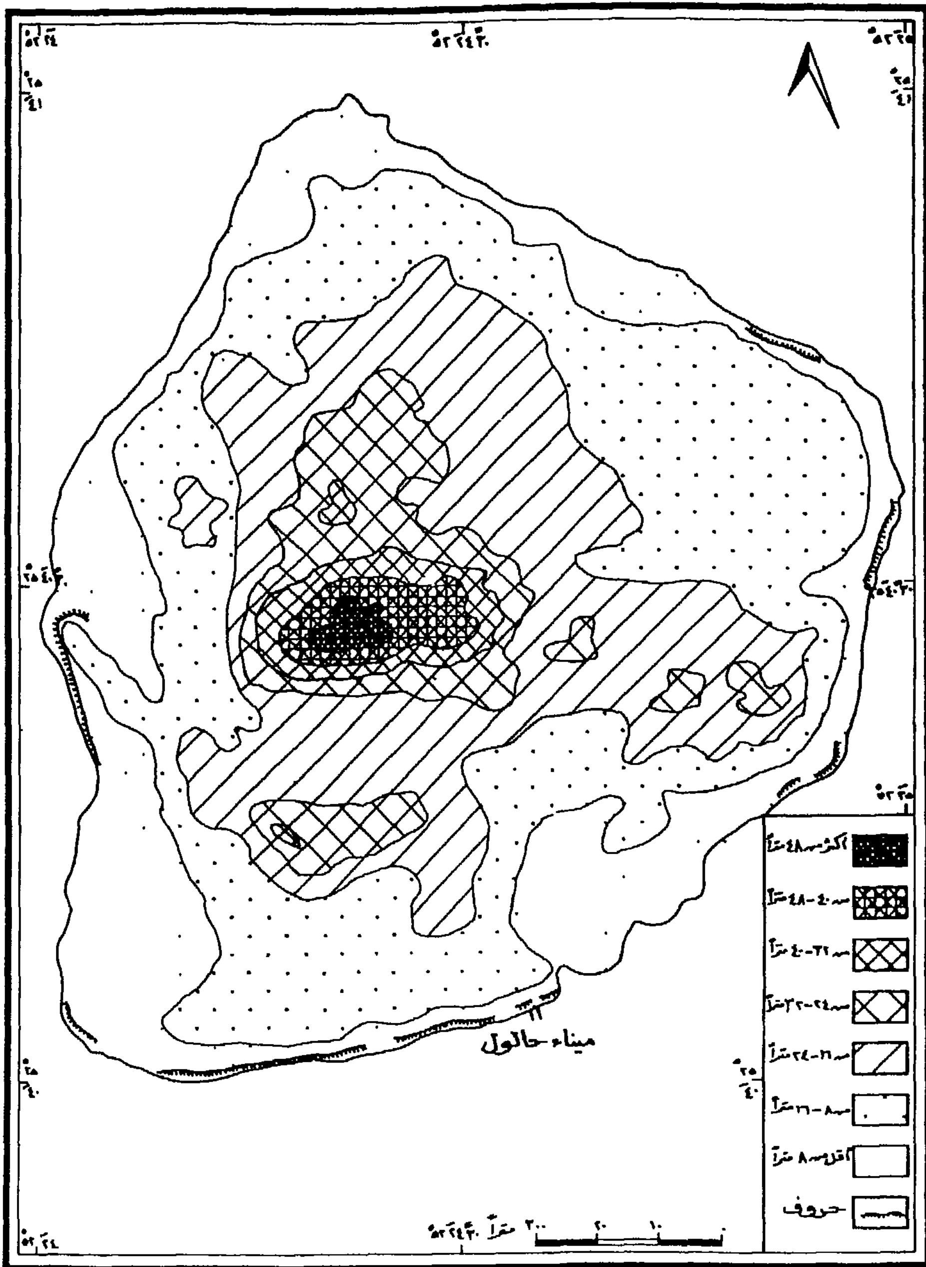
١- السهل الساحلي:

وهو نطاق من الأرض يساير خط الساحل، إذ يتأثر بما يلتحم به من نطاقات داخلية هامشية تحيط بالقبة الوسطى، وبما يكتنف الساحل من جروف صخرية تحدد توزيعه الدائري ضيقا واتساعا، فنلاحظ أن أقصى اتساع للسهل الساحلي يتمثل حول الميناء وخاصة إلى الشرق منه، ويبلغ ما بين (٧٥ و ٢٦٠)م، وكذلك حول القطع الساحلي الجنوبي الغربي، أي في القسم الذي يشكل بروزا صخريا متقدما في البحر، ويقدر عرض هذا القطع ما بين (٦٥ و ٢٦٠) م، وبين النطاق والقطع يضيق السهل الساحلي بحيث لا يزيد عرضه على (٢٥) م، وعلى العموم فإن السهل الساحلي أضيق على الجانب الشرقي منه على الجانب الغربي، إذ لا يتجاوز عرضه (٢٨) م كحد أدنى و (١١٣) م في حده الأعلى.

يتميز السهل الساحلي عامة بسطح منبسط بحيث لا تزيد ارتفاعاته على (٨)م فوق مستوى سطح البحر، وبجانب هذا الاستواء وتدني المناسيب نجد أن انحدار السطح العام لا يتعدى بضع دقائق، كما تنتهي إلى هذا السهل مجموعة من المسل السيلية الصغيرة والقصيرة تصرف مياه جدار القبة الداخلية، وقلما تصل هذه المسل إلى البحر، وقد قام الإنسان بتغيير بعض المعالم الطبوغرافية للسهل الساحلي وخاصة النطاق الجنوبي، حيث أقام المنشآت السكنية ومهد الطرق ومد أنابيب الزيت والغاز الطبيعي من مناطق تخزينه في وسط الجزيرة إلى ميناء التصدير في الطرف الجنوبي منها.

٢- السهل الهامشي الداخلي:

ونقصد به تلك الأراضي المنخفضة التي تحيط بالنطاق المرتفع الأوسط كإطار يطوقه، إضافة إلى بعض الأشرطة السهلية المنخفضة التي تمتد كأذرع بين وحدات النطاق المرتفع، وينحصر هذا السهل بين الشريط السهلي الساحلي والنطاق التالي الأوسط، ويتراوح ارتفاع سطحه بين (٨) م في أجزائه الهامشية القريبة من السهل الساحلي وبين (١٦) م في أجزائه الوسطى و (٢٤) م في قطاعه المتاخم للقبة



شكل رقم (٨ - ١)

خريطة ارتفاعات جزيرة حالول

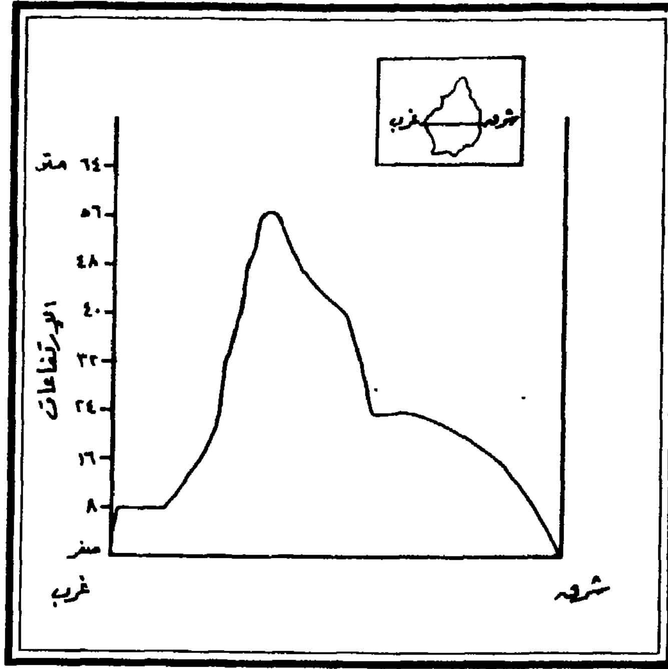


شكل رقم (٨-٢) المصدر: خرائط الأدميرالية البريطانية ١٩٧٦، لوحة ٣٥١٧

خريطة خطوط الارتفاعات المتساوية لجزيرة حالول

الملحية، ويتسم هذا السهل بالاتساع الواضح في الشمال والجنوب، والاتساع النسبي في الشرق، فيما يضيق في الغرب نظرا لانحراف محور القبة السنامية نحو السواحل الغربية.

وتتميز طبوغرافية السطح بوجود العديد من التلال المنعزلة تنتشر في بقاع متناثرة من أجزاء السهل الشرقية والجنوبية والغربية راجع (**شكل ٨-٢**)، ويتراوح ارتفاعها بين (١٦) م في القسم الغربي من السهل و (٢٤) م في الشرق و (٣٢) م في الجنوب، وهناك منخفض يقع إلى الجنوب من القبة، تشرف عليه بجدارها الصخري من علو (٢٤) م، فيما يحده من الجنوب تل منعزل يرتكز على محور



شكل رقم (٨-٣): قطاع تضاريسي عرضي لوسط جزيرة حالول

شرقي – غربي يصل أقـصى ارتفاع له (٢٤) م، وتنصرف مياه هذا المنخـفض عبر فتحة توصله بالمنطقة السهلية الشرقية للجزيرة إلى البحر.

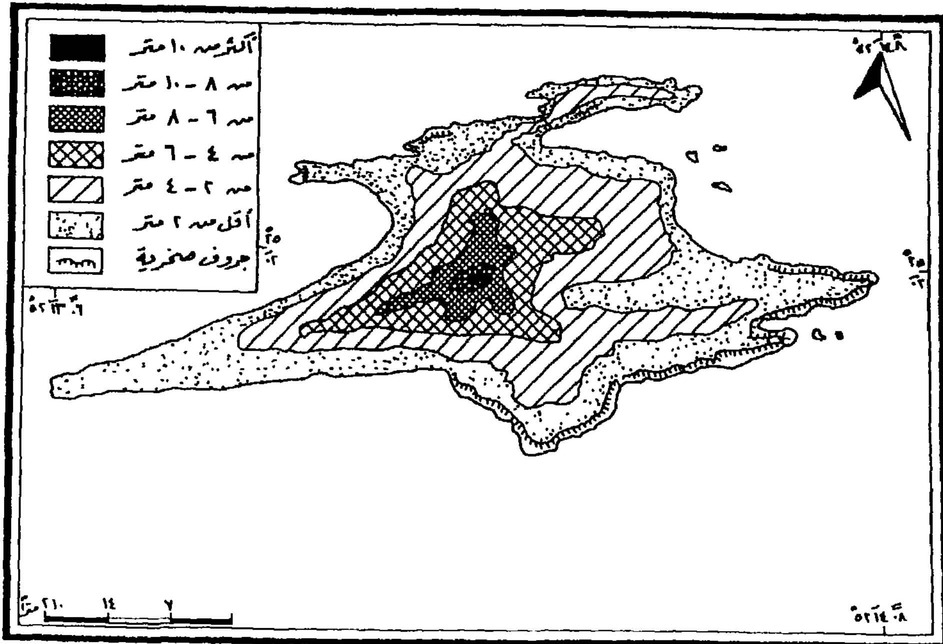
٣- منطقة التلال الوسطى:

تتوسط جـزيرة حالول (**شكل رقم ٨-٢**) مجـموعـة تلال قبابيـة عرضـية متـواصلة وأخريات منـعزلات تتناثر على جـوانبهـا، وتتراوح ارتفـاعاتهـا ما بين (١٦-٢٤) م، تفصل بينهـا مناطق حوضية تنحدر إليـها خيوط الميـاه السيلية ذات الأثر الواضح في طبوغرافية الجزيرة، بينما يبلغ أقصى ارتفاع للجزيرة في الوسط، حيث ترتفع قمة القـبة إلى حوالي (٥٦) م، فمن قراءة (**الشكل رقم ٨-٣**) يتبين أن انحـدار القبة على الجانبين غير متكافئ.

فالجانب الغربي يتميز بانحدار جـرفي (شبه عمودي) مقعر عند أعلى نقطة، ينتهي عند الحضيض بانحدار أقل حدة بحيث يشرف على الساحل بجرف صخري يرتفع في حدود (٨) م فوق مستوى سطح البحـر، أما الجانب الشرقي فيبدو على

شكل انحدار محدب، تتباعد كنتوراته بدرجة أكثر وضوحا من الجانب الغربي الذي يتميز بتقارب كنتوراته وخاصة عند القمة، وعلى هذا الأساس فإن الشكل التضاريسي للقطاع ثنائي (مزدوج) التركيب، فهو عبارة عن تل قبابي مخروطي.

أما جزيرة شراعوه (شكل رقم ٨-٤) فكان الملاحون البريطانيون يطلقون عليها اسم شراروه (لوريمر، ١٩٧٥، ص٢٣٦٨)، وهي جزيرة صغيرة لا تزيد مساحتها على (٠,١٤) كم٢، وتقع على بعد (٦٠) كم إلى الشرق من الساحل القطري، تفصلها عن جزيرة دلما الظبيانية مسافة محورية تصل إلى (٥٤) كم باتجاه الجنوب الشرقي، وتعتبر جزيرة ملحية التكوين قبابية الشكل، لا يزيد ارتفاع قمتها على (١٢) م فوق مستوى سطح البحر، حيث تتركز هذه الارتفاعات حول الطرف الشمالي الشرقي والجنوبي الشرقي إضافة إلى الجزء الأوسط، وتوجد بالقرب من جزيرة شراعوه مغاصتان لاستخراج اللؤلؤ، كانتا تستغلان خلال النصف الأول من القرن العشرين هما: طبايات شراعوه: وتبعد (٨) كم إلى الشمال من الجزيرة،



شكل رقم (٨-٤) خريطة ارتفاعات جزيرة شراعوة

وقرن عشيرج: الواقع على بعد (١٠) كم باتجاه الشمال الغربي. وعلى هذا الأساس يمكن تقسيم الجزيرة طبوغرافيا إلى وحدتين جغرافيتين هما: الشريط السهلي الساحلي، والهضيبة الداخلية.

١- الشريط السهلي الساحلي:

يمتد هذا الشريط ضيقا على طول الساحل، بحيث لا يتعدى عرضه بضعة أمتار، فهو لا يتمثل أمام الجروف الصخرية التي تقترب من الساحل أو تشرف عليه، وخاصة في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية وأجزاء من الساحل الشمالي، وهذا يعني أن هاتين الجبهتين تمثلان مظاهر النحت في الجزيرة، إذ عملت حركة المياه وما زالت على تهدُّل جروف الساحل ونخرها، فباتت على شكل حزوز متعامدة على خط الساحل، فضلا عن تخلف بعض الكتل الصخرية التي انفصلت عن الجزيرة وظهرت على شكل مسلات بحرية.

أما الشريط الساحلي الإرسابي فيبدو أن معالمه قد اختفت لالتحامه بالهضيبة الوسطى دون أن يفصلهما أي معلم طبيعي، فيظهر للعيان أنه جزء منها، إلا أن الذي يميزه استواء سطحه، وتدني مناسيبه، وطغيان مياه البحر عليه أثناء حركة المد العالي، ودقة إرساباته، واختلاف ألوانها التي تميل إلى اللون الأصفر عامة، ويتمثل هذا الشريط بوضوح في الطرف الجنوبي الغربي من الجزيرة، حيث يمتد منه لسان رملي يرتكز على محور عرضي تتعامد عليه حركة المياه البحرية الشمالية، ويناظر الخنجر في شكله، إذ يستدق عند طرفه المنغمس في الماء، ليتسع عند قبضته متمشيا بذلك مع اتساع الجزيرة، ويتمثل الشريط الساحلي الشرقي في قوسين اختفت معالمهما الطبوغرافية على إثر امتداد الهضيبة باتجاههما، فأصبحا جزءا منها.

٢- الهضيبة الوسطى:

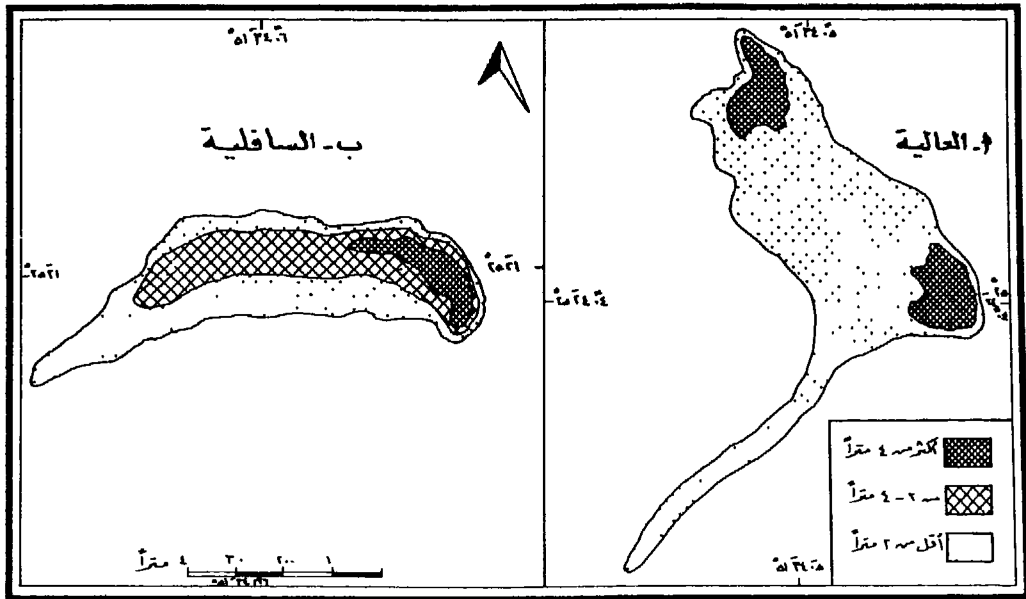
يمثل هذا المعلم قلب الجزيرة، وهو عبارة عن بقايا القبة الملحية التي تعرضت منذ نشأتها لعوامل التعرية الهوائية حتى سوت سطحها، فغدت هضيبة مستوية لايزيد ارتفاعها على (١٢) م، وتنتمي لنوع الحماد الحجرية، ويعتبر استواؤها ميزة طبوغرافية موروثة، تتفق مع أسطح نحت قديمة، تآكلت المواد الرخوة من تكويناتها الطباشيرية الحديثة نسبيا، فكشف النقاب عن التكوينات البركانية الاندساسية التي أكسبتها أكاسيد



الحديد اللون القاني، وصقلت صخورها حركة التيارات الهوائية حتى ليبدو السطح للناظر كأنه شظايا زجاجية لامعة، وهو ما يعرف بالورنيش الصحراوي.

ولعل تدني المناسيب في هذه الجزيرة هو السبب في خلوها من أي أثر للقنوات والجداول الطبيعية والمسل السيلية، فضلا عن أنها انعكاس لتملس السطح وقلة انحداره؛ لأن الانحدار يعتبر أحد عنصري الطاقة، فانعدامه يعني سلب الماء الجاري طاقته، بالإضافة إلى غياب عنصر الأمطار أو ندرته، ويقودنا هذا إلى توضيح ما لصخور الجزيرة من خصائص طبيعية تتمثل من جانب في توافر العديد من الشقوق والمفاصل، وتنحصر من جانب آخر في مقدرتها على السماح للمياه بالتسرب خلال مسامها، مما لا يدع مجالا للشك في خلوها من ظاهرة المسل والقنوات والجداول الطبيعية.

وبالنسبة لجزيرتي العالية والسافلية: (شكل رقم ٨-٥) فإنهما من أكبر الجزر الإرسابية القريبة من الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، ويغلب على سطحيهما الإرسابات الرملية، تكتنفهما بعض السطوح الصخرية التي تتركز في الطرفين الشمالي الشرقي والجنوبي الشرقي، ولا يزيد ارتفاعهما بأي حال على (٣) م،



شكل رقم (٨ - ٥)

خريطة إرتفاعات جزيرتي العالية والسافلية



وتتماثلان في النشأة والتركيب الجيولوجي والتطور الجيومورفولوجي، **إلا أنهما** يختلفان من حيث المساحة وأطوال الساحل وبعدهما عنه (**راجع جدول رقم ٨-١**)، ويتضح الاختلاف كذلك إذا ما تبين أن جزيرة العالية ترتكز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، بينما تتخذ جزيرة السافلية اتجاها: شرقي - غربي متعامدة بذلك على خط الساحل، وتماثل في شكلها شبه المنحرف ذي القاعدتين المختلفتين في الطول، أما بقية الجزر القطرية الملاصقة للساحل الشرقي فصغيرة المساحة في مجملها، بحيث لا تزيد أكبرها مساحة على (٠,١٨) كم٢ في جزيرات الأسحاط، وعلى حوالي (٠,٠٢) كم٢ في جزيرة المرقات (المكيار)، كما أن أطوال سواحلهما تتراوح ما بين (٠,٤ و ٢) كم.

ثانيا: مجموعة جزر الساحل الشمالي:

وهي مجموعة جزرية يمكن أن نطلق عليها الجزر الخطية أو الشريطية، وتتكون من ثلاث جزر يوضح خصائصها الجدول التالية:

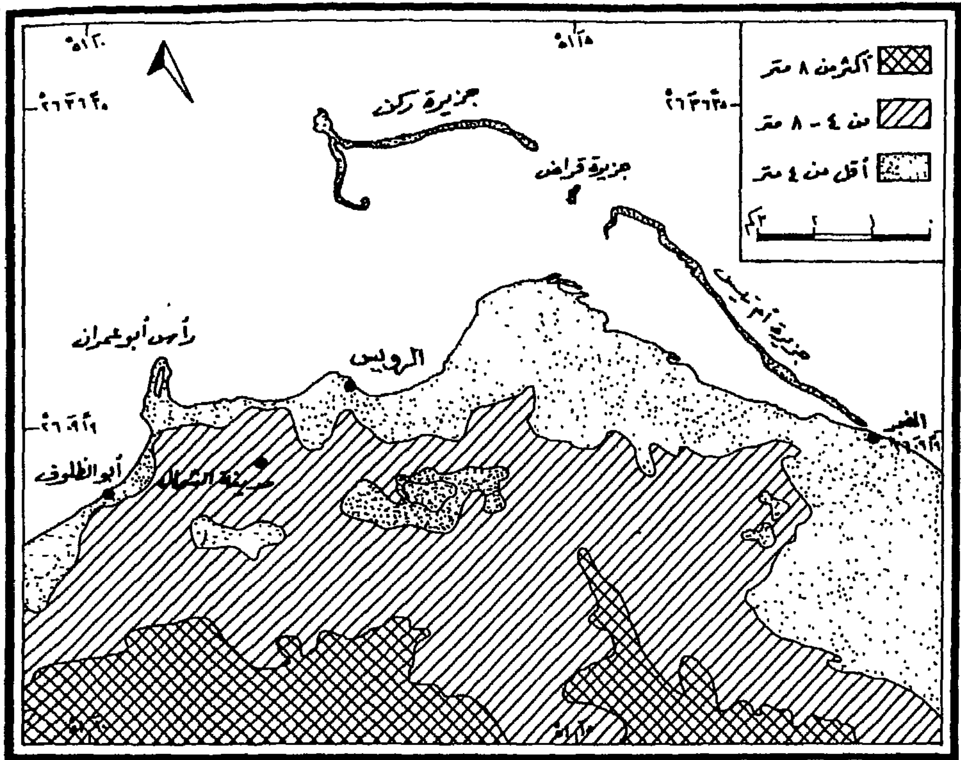
جدول رقم (٨-٢)

بعض خصائص جزر الساحل الشمالي

الجزيرة	المساحة كم٢	٪	أطوال السواحل كم	البعد عن الساحل (كم)	الموقع الفلكي: خط العرض	الموقع الفلكي: خط الطول
ركن	٠,٨	٥٥,٥	١١	٢ - ٣	- ١٢َ ٢٦ْ	- ١٢َ ٥١ْ
أم تيس	٠,٥٤	٣٧,٥	١٢,٥	٠,٤ - ١,٢٥	٣٠ ١٠َ ٢٦ْ	١٥ ١٦َ ٥١ْ
قراض	٠,١	٧	٠,٤	١,٥	- ١١َ ٢٦ْ	- ١٤َ ٥١ْ
المجموع	١,٤؛	١٠	٢٣,٩	-	-	-

يتضح من الجدول السابق و (الشكل رقم ٨-٦) ما يلي:

١- تعتبر جزيرة ركن أكبر هذه المجموعة مساحة، إذ تبلغ (٠,٨) كم٢، فتحتل بذلك نسبة تقدر بحوالي (٥٥,٥٪) من جملة مساحة الجزر الشمالية، تليها جزيرة أم تيس التي تغطي رقعة تبلغ (٠,٥) كم٢، بيد أن جزيرة أم تيس تفوق جزيرة ركن في أطوال سواحلها، كما أنها أقرب إلى الساحل لدرجة أن طرفها الجنوبي قد التحم أو على وشك الالتحام بالساحل قبالة المفجر.



شكل رقم (٨-٦)
خريطة إرتفاعات الساحل الشمالي وجزره

٢- يبدو أن جميع هذه الجزر عبارة عن حواجز رملية كلسية تكتنف الساحل الشمالي من شبه جزيرة قطر، تتميز طبوغرافيتها بارتفاعات متدنية، وانعدام الفروق التضاريسية بين أجزائها، إذ تتراوح ارتفاعاتها ما بين (صفر-٣) م، وانحداراتها خفيفة لا تتعدى بضع ثوان.

٣- تظهر الجزر الشمالية بأشكال طولية (شريطية) مدببة أو هلالية، تغمر مياه البحر كثيرا من أجزائها أثناء حركة المد العالي، وتنحسر عنها وقت الجزر.

ثالثا: مجموعة جزر الساحل الغربي:

هذه المجموعة بحكم التصاقها أو تكاد بشبه جزيرة أبروق يجيز لي أن أطلق عليها **جزر أبروق**، باستثناء جزيرة عنيبر التي تقع قبالة أم باب، وأبوفليته الواقعة عند مدخل دوحة فيشاخ، كما يدفعني تعدد جزرها وانتشاره (**شكل رقم ٨-٧**) أن أنعتها بمجموعة أرخبيل جزر حوار، وهي في موقعها تكتنف الساحل الشمالي



والغربي لـشبه جـزيرة أبروق، وهو دليل على كونـها جزءا من السـاحل القطري والنهاية الغـربية لقبـة قطر الرئيسيـة، ويبلغ عددها (٤١) جزيرة، والجـدول التالي يوضح خصـائص هذه الجزر:

جدول رقم (٨-٣)

خصائص مجموعة أرخبيل جزر حوار والساحل الغربي

الجزيرة	المساحة كم٢	طول الجزيرة كم	عرض الجزيرة كم	أطوال السواحل كم	رقم الجزيرة
سواد الجنوبية	١٠,٥	٤,٨	٤,٢٥	١٣,٩	١
جزاير الوكور	٠,١	٠,٢٤	٠,١٦	٠,٣	٢، ٣، ٤
حرر بو صلد	٠,١٤	٠,١٤	٠,٠٩	٠,٣٤	٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ٣٠
أم خرورة	٠,٩	١,١	٠,٩	٣,٢	١٠
سواد الشمالية	٤,٣	٢,٩-١,٥	٢	٦,٥	١١
جزاير عنق الحوار	٠,٠٨	٠,٤	٠,٤	١,٥	١٢، ١٣، ٢٧
هحيزة	٠,٠٨	٠,٠٣	٠,٠١	٠,٠٦	١٤
رباظ الشرقية	٢,٢	١,٨	١,٣	٧	١٥
رباظ الغربية	١,١	١,٣	٠,٨	٣,٨	١٦
حوار	٦٠,٨	٢١-١٧	٥,٣-٠,١	٧٢	١٧
جزيرة عجز الحوار	٠,١٥	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,١٤	١٨
حزيرة حيل حوار	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٦	١٩
جزاير أبو سداد	٠,١	,٤	٠,٢	٠,٨	٢٠، ٢١
جريرة رأس السودا	, ١	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠٢	٢٢
حراير سواد الجنوبية	٠,١٤	٢,٠٧	٠,٠٩	٤,١٥	٢٣، ٢٤
جزيرة هامة الحوار	٠,٠٥	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٠٦	٢٥
جنان	٠,٢	٠,٨	٠, ٢	١,٩	٢٦
حريرة الكلكل	,٠٧	٠, ٤	٠,٠٢	٠,١٢	٢٨
حزيرة ٢٩	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٢	٢٩
حزيرات سواد الشمالية	٠,٠٥	٠,٧	٠,٣٨	١,١	٣١، ٣٢، ٣٣
جراير أشـان	٠, ٢	٠,٣٢	٠,٢١	,٥	٣٤، ٣٥، ٣٦
حراير الدواحل	,١	,٥	, ٣	١,١	٣٧، ٣٨، ٣٩، ٤ ، ٤١
أبو فليته	٠,٣	١,٤	٠,٢	٣	
هيير	, ١	, ١	, ١	,١	
المجموع	٨١,٣٢١	-	-	١٢١,٦٧	

(أ) سمات وخصائص جزر الساحل الغربي:

تنفـرد جزر السـاحل الغـربي لشبـه جـزيرة قطر بمجمـوعـة من السمـات والخصائص نلخصها مع مقارنة نعقدها مع الجزر الأخرى في النقاط التالية:

١- تحظى جزر الساحل الغـربي بالنصيب الأكبر من المسـاحة، إذ ينالها (٩٢,٦٪) من مجموع مـساحة الجزر القطرية، وتشكل (٠,٧٪) من مساحـة شبه جزيرة قطر، ويوضح الجدول التالي هذه الخصائص:

جدول رقم (٨-٤)

توزيع مساحات وأطوال سواحل شبه جزيرة قطر وجزرها

المجموعة	المساحة (كم٢)	٪	أطوال السواحل (كم)	٪
شبه جزيرة قطر	١١٧٥٠	٩٩,٢٦	٦٥٠	٧٩,٥
جزر الساحل الشرقي	٥,١٠	٠,٠٣	٢١,٨	٢,٧
جزر الساحل الشمالي	١,٤٤	٠,٠١	٢٣,٩	٢,٩
جزر الساحل الغربي	٨١,٣٢١	٠,٧	١٢١,٦٧	١٤,٩
المجمـــــوع	١١٨٣٧,٨٦١	٪١٠٠	٨١٧,٣٧	٪١٠٠

٢- تبلغ أطوال سواحل جزر الساحل الغربي أكثـر من (٢,٧) ضعفا قدر سواحل جزر الساحل الشرقي والشمالي مجتـمعة، وتقدر نسبتها بحوالي (٧٢,٧٪)، بينما تبلغ نسبة سـواحلها (جزر الساحل الغربي) العامة قيـاسا بمجموع أطوال السواحل القطريـة حوالي (١٤,٩٪)، والجدول التـالي يوضح مساحـة الجزر وأطوال سواحلها ونسبها:

جدول رقم (٨-٥)

توزيع مساحة الجزر القطرية وأطوال سواحلها ونسبها المئوية

المجموعة	المساحة (كم٢)	٪	أطوال السواحل (كم)	٪
جزر الساحل الشرقي	٥,١٠	٥,٨	٢١,٨	١٣,٠
جزر الساحل الشمالي	١,٤٤	١,٦	٢٣,٩	١٤,٣
جزر الساحل الغربي	٨١,٣٢١	٩٢,٦	١٢١,٦٧	٧٢,٧

٣- لا تزيد مساحة أكـبر جزر الساحل الشرقي (العاليـة) والشمالي (جزيرة ركن) على (١,٥)كم٢، (٠,٨)كم٢ على التوالي، في حين تبلغ مساحة أكبر جزر

الساحل الغـربي (جزيرة حوار) حوالي (٨, ٦٠)كم٢، وبنسـبة (٢, ٦٩٪) من المساحة الإجمالية للجزر، وأكثر من (٥, ٠٪) من مساحة شبه جزيرة قطر.

٤- تشكل جزر الساحل الغربي النهاية الغربيـة لليابس القطري المتمثل في قبة قطر الرئيسـة وحدبة دخان، بمعنى أن مـجموعة جـزر الساحل الغربي كـانت كلا متـصلا بشـبه جزيرة قطر قـبل أن تتعـرض المنطقة لحـركات أرضيـة إقليمـية ساهمت في تشكيل المحدبـات والمقعرات والقباب الملحـية في الخليج العربي، بينما تتأرجح جـزر الساحل الشرقي بين الطابع الإرسابي (العاليـة والسافلية)، والتقببات الملحية (حالول، وشراعـوه)، والأذرع الصخرية الممتدة نحو الشمال الشرقي لليابس القطري ممثلة في (جزيرات الأسحاط).

٥- تتميز جزر الساحل الغربي بكثرة تعاريج سواحلها مما يترتب عليه وجود العديد من الظاهرات الجيومورفولوجيـة المتمثلة في الرؤوس البارزة التي باتت تتعرض لعمليات النحت البـحري، والخلجان والتقوسات والتداخـلات الساحلية التي تعتبر بيئة صالحة لعمليات الإرساب.

٦- تختلف خصائص مياه خليج سلوى التي تبرز وسطها جزر الساحل الغربي عن خصائص مياه الجبهة البحرية الشرقية لدولة قطر، إذ تتعرض الأولى من جانب لعمليات البخر الشديدة التي تؤثر على ملوحتها، ولعمليات الإرساب البحري التي تؤدي إلى ضحـولتها من جـانب آخر، فيـما تقل نسب كل من التبـخر والملوحة في الثانية، وتزداد أعماقها نسبيا.

٧- تتجمع جـزر الساحل الغربي حول جـزيرة حوار الأم في قطع نصف دائري، يحتـضنها جميـعا الساحل الغـربي لقطر ممثلا في شبـه جزيرة أبـروق، وتقع ضمن مـساحة لا تزيد رقـعتها على (١٢٤) كـم٢، وتمتد بين خـطي عـرض (٣٠ً ٣٢َ ٢٥ْ و ٢٨ً ٤٥َ ٢٥ْ) شمالا، وخطي طول (٤٤َ ٥٠ْ و ٣٠ً ٤٩َ ٥٠ْ) شرقا، فيـما تتبعثر جزر الساحل الشـرقي فوق رقعة تقدر مساحتـها بأكثر من (١٠) آلاف كم٢ من مياه قطر الإقليمية.

(ب) الوحدات الجغرافية الطبيعية لجزر الساحل الغربي:

وفيما يلي دراسة تفصيلية لخصائص شبه جزيرة أبروق وأرخبيل جزر حوار من الناحية الطبوغرافية، لذا يمكن التعرف على الوحدات الجغرافية التالية:

١- السهل الساحلي:

نعني بالسهل الساحلي (الخريطة رقم ٨-٧) ذلك الشريط الذي يمتد على طول السواحل ويوازيها مع إضافة بعض الأجزاء الداخلية نظرا لضيق الرقعة التي تغطيها الجزر وتدني مناسيبها، وتتفق حدوده الداخلية في كثير من قطاعاته مع خط ارتفاع (٤) م فوق مستوى سطح البحر.

فالسهل الساحلي في جزيرة حوار Jazirat Huwar أكثر اتساعا على الجانب الغربي منه على الجانب الشرقي، ويعزى هذا الاتساع وذلك الضيق إلى تراجع الجروف الصخرية بعيدا عن خط الساحل أحيانا، وتجمعها على امتداد محاور طولية قريبة من سيف البحر دون أن تترك للسهل مجالا للظهور حتى في بعض قطاعاته أحيانا أخرى، ويتراوح اتساع السهل على الساحل الغربي بين (٦٠٠) م في الطرف الجنوبي، يزداد اتساعا بالاتجاه نحو الشمال ليصل إلى (٢,٦) م في القسم الأوسط من الجزيرة، ويرجع سبب الاتساع إلى التحامه مع الشريط الساحلي الشرقي.

يقل عرض الشريط الساحلي في القسم الشمالي من جزيرة حوار ليحوم حول القيمة (١,٥) كم، وذلك بسبب انفراج السطوح المرتفعة، إضافة إلى أن الساحل الغربي يتميز بقلة تعاريجه إلا من بعض التقوسات والتداخلات الساحلية والبروزات الصخرية اللاتي تميز ظهر (قَتَب) الحوار وخاصة القسم الأوسط منه.

أما الشريط الساحلي الشرقي فهو - كما أوضحنا - يضيق لدرجة أنه يختفي في بعض قطاعاته وخاصة في الجزء الشمالي الشرقي، والسبب في ذلك: اقتراب الحافات الصخرية في هذا القطاع من الساحل بحيث لا تفسح المجال أمامه للظهور، ويتراوح اتساعه ما بين (٥٠) م و (١,٥) كم و (٣٠٠) م في قطاعاته الشمالية والوسطى والجنوبية على التوالي، ويعني ذلك أن كثرة التعاريج والتداخلات الساحلية وبروز بعض الرؤوس الصخرية وتوغلها داخل البحر سمحت باتساعه.

شكل رقم (٨-٧)

خريطة ارتفاعات أرخبيل جزر حوار وشبه جزيرة أبروق

وفي شبه جزيرة أبروق فإن سيطرة المرتفعات وامتداد محاورها بين الشمال والجنوب له أكبر الأثر في تحديد اتساع السهل الساحلي وزيادة رقعته على الجانبين، كما تؤثر على أنماط التصريف المائي التي تتمثل في مسل سيلية فصلية قصيرة وسريعة، تتوقف نهاياتها وسط مجموعة من المنخفضات التي تحول دون أن تبلغ البحر، تشذ عن هذه القاعدة الأجزاء الشمالية الشرقية والشمالية الغربية، حيث يتسع السهل الساحلي فيبلغ (٢,٧) كم، تتخلله بعض التلال المنعزلة والشواهد الصخرية لتقطع التواتر الرتيب للسطح.

وإذا حاولنا المفاضلة بين الشريطين الساحليين الشرقي والغربي لشبه جزيرة أبروق، لاتضح لنا أن الشريط الشرقي في إطار السهل الساحلي أكثر اتساعا من نظيره على الساحل الغربي، إذ يبلغ اتساعه في الحالة الأولى ما بين (٥٠) م إلى (١,٥) كم، بينما لا يزيد عرضه على (١) كم، ولا يقل عن (١٥٠) م في الحالة الثانية، وهو أمر طبيعي ما دامت الجروف الساحلية تقترب لدرجة التماس من خط الساحل الغربي، وتبتعد نسبيا عن الساحل الشرقي.

ولئن ظهر هذا التباين الواضح للشريط السهلي الساحلي بين كل من شبه جزيرة أبروق وجزيرة حوار، فكأنه استجابة صريحة للغطاء الصخري المرتفع نسبيا والذي يسيطر على طبوغرافية المنطقة، في حين تختفي سيادة هذا المظهر في بعض جزر الأرخبيل ليسود السطح مظاهر مستوية لا تزيد ارتفاعاتها على (٣) م، ويتمثل ذلك في جزيرة سواد، وجزيرتي رباظ الشرقية والغربية، وجزر جنان وعجيزة وبوصد وأبوسداد.

ولعل **جزيرة سواد الجنوبية** Suwad al Janubiyah التي يتميز سطحها بالاستواء الرتيب، تنفرد بمساحة تقدر بحوالي (١٠,٥)كم٢، تغطي المنطقة السهلية نسبة (٧٥٪) منها، ويتسع السهل الساحلي في القطاع الشرقي فيبلغ أكثر من (٨٠٠)م، يزداد اتساعا إلى أقصى مدى له في الطرف الشمالي الغربي من الجزيرة والذي يمثل الرأس والرقبة حتى (١,٣)كم، ثم يضيق في الأجزاء الشمالية (ضهر الجزيرة) والغربية والجنوبية بحيث يبلغ انفراجه في حدود (١٠٠، ١٤٠، ٥٠٠)م على التوالي.

أما جزيرة أم خرورة Umm Kharurah، فهي عبارة عن كتلة صخرية مرتفعة تشبه المعين في شكلها تقريبا، ويتميز سهلها الساحلي بالاتساع النسبي على طول الساحل الجنوبي، بحيث يتراوح عرضه على امتداد محوره من الغرب إلى الشرق ما بين (١٦٠ و ٥٠٠ و ٢٠٠)م، وفيما عدا ذلك فإن السهل الساحلي يضيق متأثرا باقتراب الحواف الصخرية من خط الساحل، ومع ذلك يبلغ عرض الشريط الساحلي بين (١٠٠)م على الساحل الشرقي، ليصل إلى (٦٠)م على الساحل الغربي، وإلى (١٤٠)م كحد أقصى في ظل هذه الظروف على الساحل الشمالي.

٢- الشريط الهامشي الداخلي:

نقصد به المنطقة السهلية الداخلية التي تفصل السهل الساحلي بعلواته التي لا تزيد على (٤) م عن العمود الفقري الذي يرتفع إلى أكثر من (٨) م، ويبدو أن عمليات النحت والإرساب حققت نشاطا واضحا، وأسهمت بشكل أو بآخر في تسوية السطح وتخفيض مناسيبه، حتى بات على شكل هضيبة مستوية ذات ارتفاعات متوسطة نسبيا، كما هو الحال في جزيرتي حوار وسواد الجنوبية، حيث تنحدر الهضيبة في بعض قطاعاتها انحدارا خفيفا نحو السهل الساحلي، أو تبدو على شكل مدرجات (مصاطب صخرية) في قطاعات أخرى، تظهر هذه الأشكال في وسط وجنوب جزيرة حوار، الأجزاء الغربية من شبه جزيرة أبروق، إذ تحصر فيما بينها أحواضا داخلية تتسع عند الهوامش وتضيق بالاتجاه نحو الداخل نظرا لتعرض الهوامش لعمليات النحت التراجعي، فيتسع بالتالي الشريط الهامشي، في حين تستقبل الأجزاء الداخلية للأحواض الرواسب المنحوتة التي تتجمع في قيعانها، فتعمل بدورها على توازنها تقريبا مع الجوانب الهامشية.

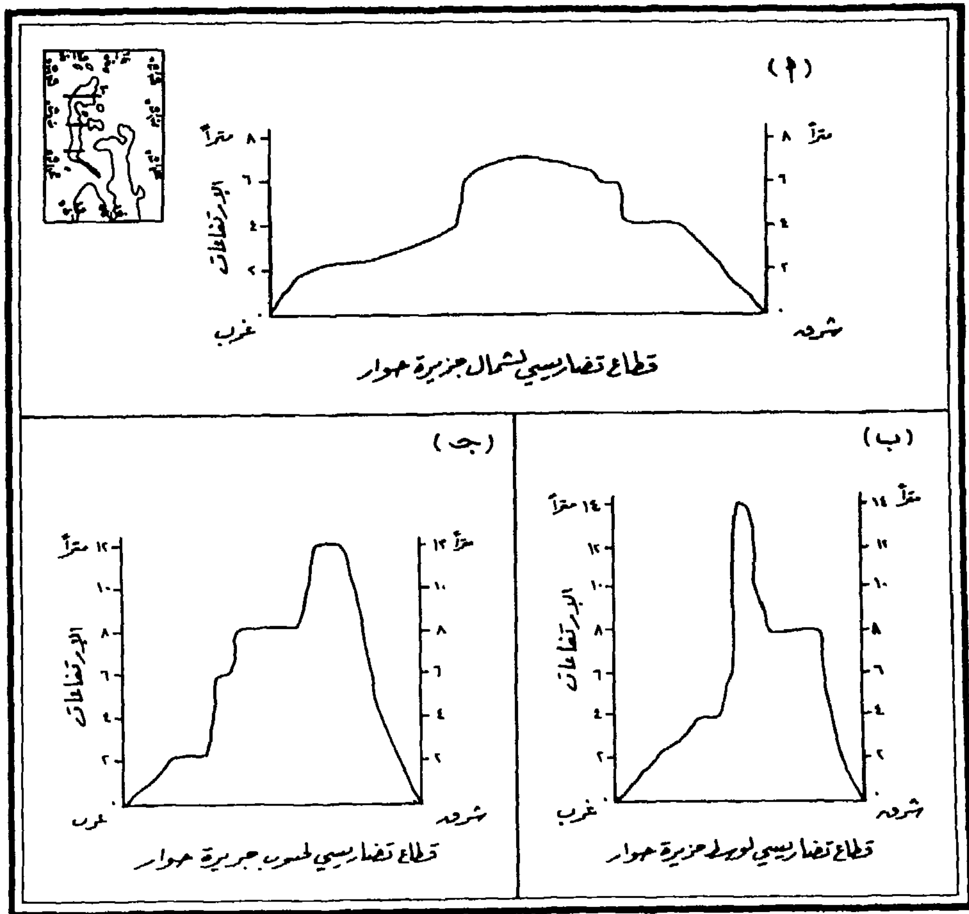
٣- الوحدات التضاريسية المرتفعة:

نقصد بها المناطق التي تزيد ارتفاعاتها على (١٢) م، وتتمثل في الأجزاء الوسطى والجنوبية من جزيرة حوار، والأجزاء الوسطى من جزيرة أم خزورة وشبه جزيرة أبروق، وتعكس هذه العلوات صفة التكوينات السطحية ودرجة تماسكها وصلابتها في ظل ظروف الجفاف، وفعل الأمطار التي قد تنهمر بشكل فجائي وغير المتوقع في كثير من الأحيان على سطوح تخلو من الغطاء النباتي، ومدى



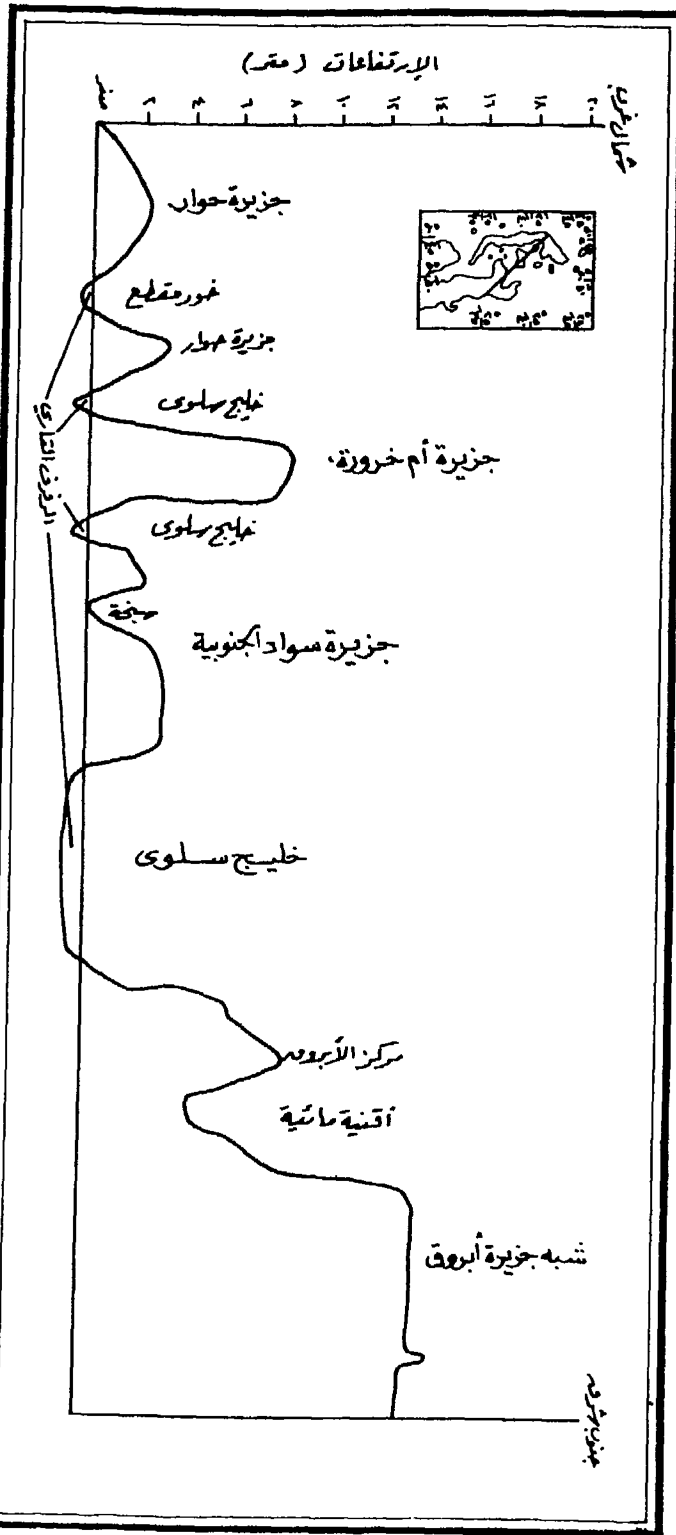
التبـاين في درجات الحـرارة بين الصـيف والشـتـاء، وبين الليل والنهـار، وهي خصائص يترتب عليها سيادة عمليات جيومـورفولوجية تتمثل في التجوية الطبيعية والكيـميـائية، وفي التـعرية الهـوائيـة، وهذا ما يؤكـده تباين مـقاطع الوحـدات التضاريسية المرتفعة على كلا الجانبين الشرقي والغربي.

فـمن دراسة القطاعـات التضـاريسيـة (**الأشكال ٨-٨، ٨-٩**)، تتضح لنا مجموعة حقائق طبوغرافية نلخِّصها في النقاط التالية:



شكل رقم (٨-٨)

مجموعة قطاعات تضاريسية لجزيرة حوار



قطاع تضاريسي لأرخبيل جزر حوار وشبه جزيرة أبروق

شكل رقم (٨-٩)

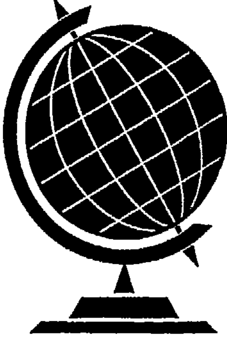
(أ) تتميز السطوح الغربية لكل من جزيرة أم خرورة، والقسم الأوسط من جزيرة حوار بانحدارات شديدة، نتيجة خضوع التكوينات الصخرية لعمليات النحت المستمرة، والتي ساهمت في تضرس السطح، فضلا عن تعرضها لعمليات تفكك الصخر وتحلله وبالتالي انهياله وتجمعه على شكل ركامات عند الحضيض.

(ب) هناك صورة تضاريسية في إطار هذه الوحدة تسيطر على الجانب الغربي من جزيرة حوار تتمثل في ظاهرة المصاطب الصخرية، يدل ظاهر هذه المصاطب على أن سطح الجزيرة مر بمراحل تطورية انعكست آثارها على ما تبديه من فروقات في ارتفاعاتها، بحيث تتفاوت هذه الارتفاعات ما بين (١٨) م لأكثرها ارتفاعا، تليها إلى أسفل مصطبة تمتد عرضيا إلى حوالي (٧٥٠) م، وارتفاعها إلى (١٤) م فوق مستوى سطح البحر، وإذا هبطنا الشكل شبه السلمي لهذا الجانب لطالعتنا مصطبة ضيقة تنحدر انحدارا هينا بارتفاعها الذي يبلغ (١٢) م فوق مستوى سطح البحر، ويبدو أن هذه المصطبة - التي تشكل الإطار الداخلي للسهل الساحلي - تمثل آخر مراحل التطور المورفولوجي، حيث ساهمت عوامل التعرية فيما بعد بنحت ظاهرها وتسويته فاتسعت على إثره المصطبة ليبلغ امتدادها (٤٠٠) م.

(جـ) يختلف الوضع على طول السفوح الشرقية لكل من الأجزاء الجنوبية والوسطى من جزيرة حوار، فشكل السفح على الجانب الشرقي من وسط الجزيرة يتألف من تتابع واحد من تتابعات السفوح، حيث يتضح ميل الطبقات الخفيف نحو الغرب، وتبادل الطبقات الصلبة المواقع مع الطبقات اللينة، وهي خصائص أدت إلى تكوين جرف يظهر على ارتفاعات تتراوح ما بين (٨ و ١٤)م، ينتهي بمصطبة يصل عرضها إلى (٤٠٠) م، ومع هبوطنا باتجاه القاعدة تقل انحدارات السفح عما درج عليه صوب القمة، أما الجانب الشرقي من القطاع التضاريسي لجنوب جزيرة حوار، فيتكون في معظمه من وحدات مستقيمة، بمعنى أنه سفح ذو شكل مستقيم لأنه يتفق والبنيات الأفقية أو المائلة ميلا طفيفا نحو الغرب، هذه الخصائص الطبوغرافية تتمثل كذلك على طول الجانب الشرقي لجزيرة أم خرورة.

(د) ومن (**شكل رقم ٨-٨أ**) لشمال جـزيرة حوار نلاحظ اختلافـا عما ألفناه في وسط وجنوب الجزيرة، إذ يتـدرج المنحنى في ارتفاعـه على الجانبين مع إبداء بعض الاختلافـات البسيطة صعودا نحـو تلة هضيبية شـبه مستوية، يعـتليها تقبـب طفيف تتـراوح ارتفاعاته مـا بين (٦-٨) م، ويلاحظ أن هذا التـقبب يجنح نحو الجـانب الشرقي، ويعني ذلك أن يتسع الشريط السـهلي الساحلي على الجانب الغـربي على حسـاب الجانب الشرقي الـذي يبدو أكثـر انحدارا وارتفاعا في بعض قطاعاته من نظيره الغربي.

(هـ) يلاحظ من (**الشكل رقم ٨-٩**) أن المناـطق الوسطى لـشـبه جـزيرة أبروق تبدو على شكل هضبة مـستوية من الحماد الحجريـة، تمتد على محور طولي شمـالي - جنوبي، تبرز وسطها بعض التـلال المنعزلة والشواهد المتـمثلة في القـور والكدوات، مـثل هذه الظاهرات تنف دليـلا على صـلابة صخـورها ومقاومتها لعمليات النحت والتعرية.



الفصل التاسع

جيولوجية الجزر القطرية

أولا: التتابع الطباقي للصخور.

ثانيا: البنية الجيولوجية.

ثالثا: التطور الجيولوجي.

أولا: التتابع الطباقي للصخور:

(أ) توزيع التتابعات الصخرية في جزر الساحل الشرقي:

تنتمي معظم الصخور السطحية التي تشكل ظاهر الجزر القطرية إلى الأنواع الرسوبية، ولا ترجع في عمرها إلى أبعد من الزمن الجيولوجي الثالث، يختلف الوضع في جزيرتي حالول وشراعوه، إذ يتعقد التتابع الطباقي للصخور في جزيرة **حالول** نظرا لوجود **صخور اندفاعية متداخلة** Intrusive Rocks تعود إلى **الزمن الجيولوجي الأول**، وتظهر على شكل اندساسات رايوليتية وأندسيتية، وجدت طريقها نحو السطح عبر مجموعة من الفوالق والشقوق والمفاصل، ومصاحبة لحركة التكوينات الملحية الصاعدة نتيجة الضغوط الجانبية التي أدت إلى بروز تكوينات قاع الخليج العربي على شكل تقوسات محدبة عرفت **«بالقباب الملحية»**.

وقد اختلطت التكوينات البركانية مع الترسبات الحديثة ذات الأصل الفحمي والتي طمست معالمها عوامل التعرية بما خلفته من ركام السفوح Scree، والمفتتات الصخرية من البريشيا Breccia ذات الزوايا الحادة التي استقرت في مواضعها In Situ، ثم التحمت بمركبات معدنية ناتجة عن ترسبات من محاليل مائية.

أما **النمط الثاني** من الصخور في جزيرة حالول، فيعود إلى **الزمن الرابع**، وهو عبارة عن تكوينات من الرمال الكلسية الشاطئية، تنتشر على طول قطاعات متفرقة من السواحل الغربية والجنوبية الغربية، إضافة إلى القطاع الساحلي الجنوبي الشرقي، وتشاهد رواسب الحجر الجيري الناهضة إلى الجنوب الشرقي من المنشآت الحكومية، فيما تتناثر صخور الحجر الجيري الأوليتي إلى الغرب من هذا الموقع، تمثلها طبقات رقيقة متقطعة تصل ارتفاعاتها إلى (١٠) م فوق مستوى سطح البحر، ويبدو أن التتابع الطباقي للجزيرة لا يخلو من إرسابات الجبس التي تميل إلى اللون البني الأصفر، وتغطي بعض مدرجات السفوح والتلال ذات الانحدارات الخفيفة.

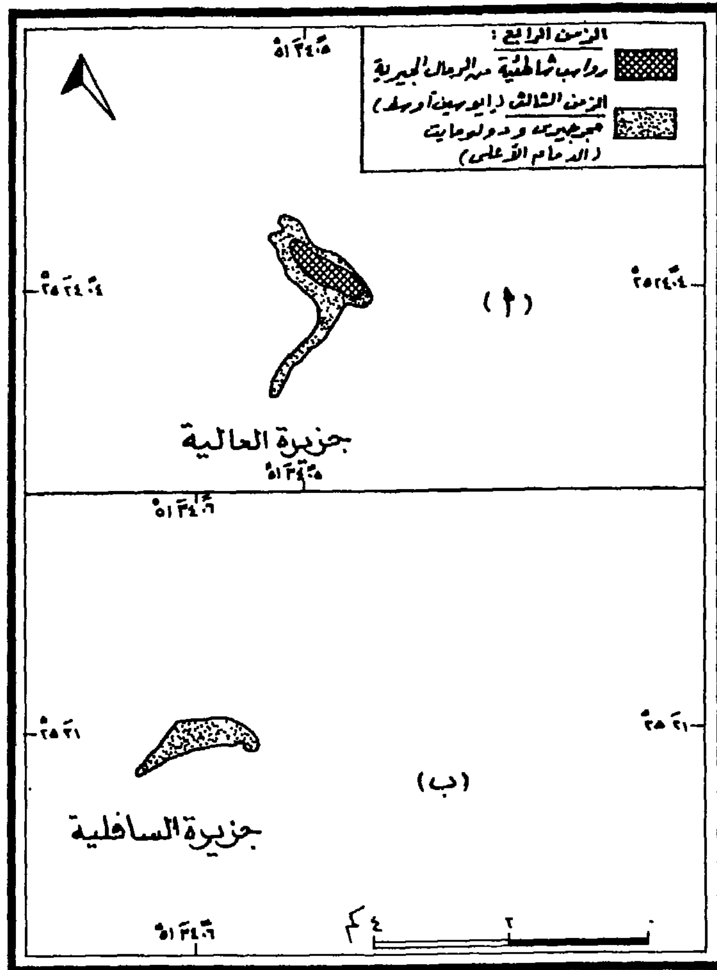
أما **جزيرة شراعوه** فتعتبر - كجزيرة حالول - إحدى جزر القباب الملحية، لذا تنتمي أقدم الصخور التي يضمها عمودها الطباقي إلى **تكوينات** «هرمز» وترجع إلى **الزمن الجيولوجي الأول** (في حدود العصر الكمبري)، وهي صخور كربونية مائلة، تأثرت بالحركات الأرضية، بيد أنها - في هذه الجزيرة - أقل وضوحا في

تأثرها من تكوينات جـزيرة حـالول، وتغطي التكوينات الحـديثة مـعظم جـزيرة شراعوه، وهي عبارة عن رواسب من الرمـال الكلسية تعود للفترة الـرباعية، وقد كان للرياح دور في تشكيلها على نسق الكثبان الرملية ولكن من النوع الصغير.

ليس لتكوينـات الزمن الثـالث (الإيوسين) وجـود ضمن التـتـابع الطبـاقي لصخور مـجموعة جزيرات الأسحاط، وإن وجدت فإنما تغطيـها - بالإضافة إلى الرمال الكلسية العائدة للرباعي - طبقات أفقية ميوسينية دون أن تعطيها الفرصة للظهور على السطح، والطبقات الميوسينية عبارة عن رواسب من الصلصال تختلط أحيانا بالدولومايت والحجر الجيـري، وأحيانا أخرى بالطين الصفحي ورواسب من الطين الكلسي الـذي يملأ بعض المخـاضات، وهي فـي ذلك تماثل تكوينات جـبل العديد الذي يقع فى أقصى الطرف الجنوبي الشرقي لشبه جزيرة قطر.

يلاحظ من واقع (الخريطة رقم ٩-١أ، ب) أن الصخور السطحية في كل من جزيرتي العالية والسافلية وهما إحدى جزر الإرساب الواقعة قبالة الساحل الشرقي لشبـه جزيرة قطر شـمال شرق الدوحـة وإلى الشمـال من خط عرض (٢٠َ ٢٥ْ) شمالا، تتألف في الأولى من مجمـوعتين صخريتين، تنتـمي صخور المجموعة الأولى إلى تكوينات الدمـام الأعلى العـائدة للإيوسين الأوسط، وهي عبـارة عن صخور من الحجر الجيري والدولومايت المتماثل مع عضو سمسمة.

ومن المحتمل أن تكون هذه التكوينات قد انكشـفت على السطح نتيجة إزالة الرواسب الأحـدث عمـرا منها بواسطة التـعرية الهـوائية، أو أن مـياه الـبحـر قد انحسرت عنهـا فيمـا بعد فـتـرة الإيوسين الأوسـط فأضحت جـزيرة شأنها في ذلك شأن الـقـوس القطري، ثم توالت عمليـة الإرساب الـبحري حـول الجزيرة مكونة إطارها الخـارجي المتـمـثل في المجـمـوعـة الـثـانيـة العـائدة لـلزمن الرابع (البـلايوستـوسين والحديـث)، وهي رواسب شاطئـية ذات رمـال جـيرية دقـيـقـة الحبيبات، تحتوي - من جانب - على بقايا حيوانات صدفية، وتضم - من جانب آخر - عناصـر كوارتزية، تماثلهـا في ذلك التكوينات الوحـيـدة التي تغطي السطح برمته في جزيرة السافلية.



شكل رقم (٩ - ١)
الخريطة الجيولوجية لجزيرتي العالية والسافلية

(ب) توزيع التتابعات الصخرية في جزر الساحل الغربي:

أما بالنسبة لأرخبيل جزر حوار وشبه جـزيرة أبروق فيشمل تتابعهما الطباقي (خريطة رقم ٩-٢) على التكوينات التالية:

١- تكوينات الزمن الثالث:

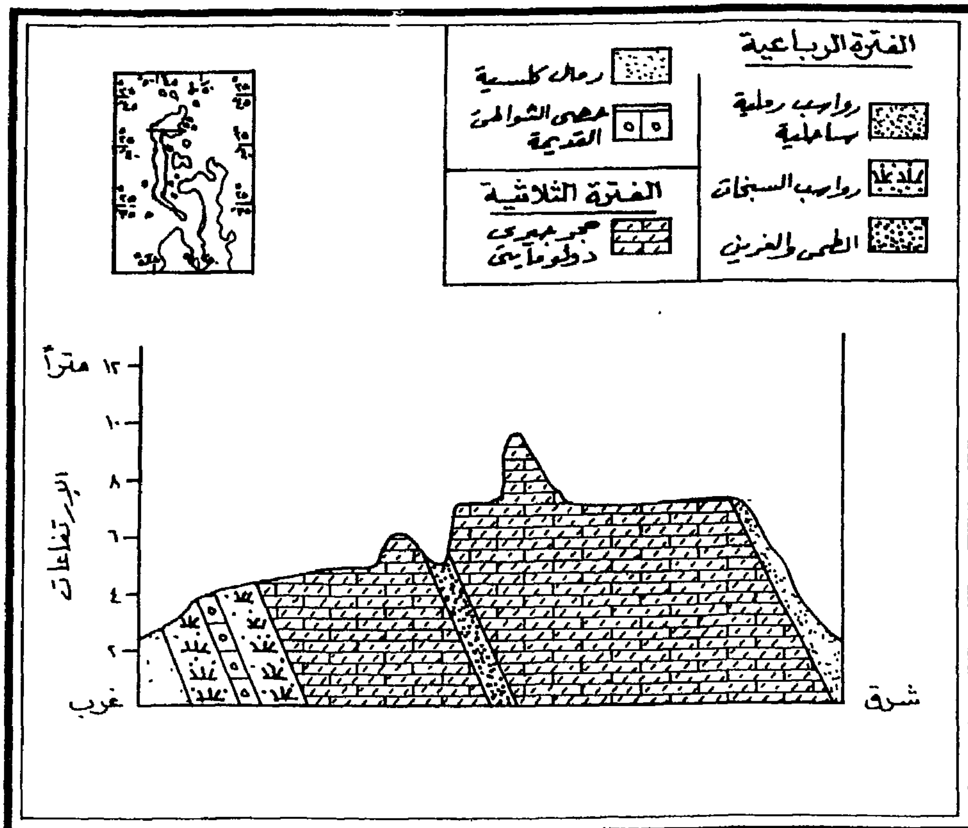
تغطي التكـوينات العـائدة للإيوسين الأسـفل والأوسط مـعـظم السطح في أرخبـيل جزر حوار، وتمثلهـا صخور الحـجر الجيـري الدولومايتي المنتـمي للدمام

شكل رقم (٩-٢)

الخريطة الجيولوجية لأرخبيل جزر حوار والجانب المقابل من شبه جزيرة قطر

الأعلى، وتناظر الصخور الطباشيرية التي تحتوي على مواد عضوية في شبه جزيرة أبروق، وهي صخور متبلورة، تختلط برواسب من الطين الصفحي وراقات من شرائح الطين الأتابولجيتي، ويبدو أن العديد من الأماكن الحوضية وغيرها تظهر فيها صخور الأنهيدرايت وتكوينات من الجبس، وتؤكد على هذا الواقع الخريطة الجيولوجية لغرب الخليج العربي (المساحة الجيولوجية الأمريكية، ١٩٥٨، رقم ٢٠٨، مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠)، ويشير وجود الأنهيدرايت والجبس إلى تفسير العديد من الخصائص الجيومورفولوجية كوجود الحافات الصخرية والأحواض المغلقة في جزيرة حوار.

ومن تحليل (القطاع التضاريسي الجيولوجي رقم ٩-٣) للجزء الشمالي لجزيرة حوار وخاصة إلى الشمال من خور مقطع يتبين لنا التالي:



شكل رقم (٩ - ٣) قطاع تضاريسي جيولوجي لجزيرة حوار (شمال خور مقطع)

(أ) تتركز تكوينات الفترة الثلاثية في الوسط، بيد أن انتشارها المساحي يجنح نحو الجانب الشرقي في هذا التركز.

(ب) يبدو أن السواحل الغربية مرت بمراحل تطورية وظروف إرسابية تختلف عما نلاحظه على السواحل الشرقية، وتفسير هذا التباين نستخلصه من سمات الإرسابات الحديثة على كلا الجانبين، إذ ينتشر حصى الشواطئ القديمة على الجانب الغربي محاطا برواسب السبخات دون أن يظهر لهما مثيل على الجانب الشرقي، فيما تشكل الرواسب الرملية الشواطئ الحديثة على كلا الجانبين.

(جـ) من الواضح أن إرسابات الطين والغرين المتمركزة في وسط تكوينات الثلاثي اشتقت عناصرها من الحجر الجيري والدولومايت، وكان الباعث على ذلك انحدار عدد من المسل السيلية ذات القدرة على النحت ونقل مفتتات الصخور الثلاثية باتجاه المخاضات التي غدت مناطق زراعية وحالت دون اتصال تكوينات الفترة الثلاثية.

(د) يتبين أن الساحل الشرقي من جزيرة حوار تأثر بالحركات التكتونية التي شكلت التداخلات الساحلية كخليج زكريت ودوحات الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، الأمر الذي أدى إلى نهوض ساحل جزيرة حوار الشرقي وبالتالي تميزه بارتفاعات قد تصل إلى (٨) م، في حين استمر الساحل الغربي يستقبل الرواسب الحديثة التي لم تصل في ارتفاعاتها إلى أكثر من (٣) م.

(هـ) نستنتج من واقع القطاع التضاريسي الجيولوجي أن التكوينات تميل باتجاه الغرب، وأن سطح الجزيرة استجابة لهذا الميل يتدرج في انحداره بنفس الاتجاه رغم وجود تباين في قيم هذا الانحدار.

٢- تكوينات الرباعي والحديث:

تغطي هذه التكوينات (خريطة رقم ٩-٢) نسبة كبيرة من مساحة أرخبيل جزر حوار، مما يقودنا إلى تقسيمها إلى الأنواع التالية:

(أ) الرواسب الطينية والسلتية. Qsm　　(ب) رواسب السبخات. Qsb

(جـ) الرواسب الشاطئية. Qmcs　　(د) الرواسب الرملية. Qes



(أ) الرواسب الطينية السلتية: Qsm

وهي من الرواسب ذات الحبيبات الدقيقة، ألقت بها السيول المائية في المناطق الحوضـية (المنخفضات الأرضـية)، وإثر عمليات التجفيف التي تعرضت لها، وفقـدانها لكل مـا تحتـويه من ميـاه، تماسكت ذراتها، وهي تشـاعد مختلطة في مواقعها بما تسفيه الرياح من رمال، هذه الخاصية كان لها الفضل الأكبر في تفكك التكوينات الطينية والسلتـية، وجعلت منها تربات صالحة للإنتـاج الزراعي، وتنتشر هذه التكوينات في مناطق متفرقـة من جزيرة حوار بين الشمال والوسط والجنوب، ومن الملاحظ أنها تمتد في أشرطة طوليـة بوجه عام تتفق وشكل الحوض الذي تأثر بالمحور الطولي الشمالي - الجنوبي لجزيرة حوار.

(ب) رواسب السبخات: Qsb

وهي عبارة عن رمال جيـرية بحرية، حبيباتها دقيقـة، تشتمل على حفريات بحرية، ورمـال هوائية سفتـها الرياح، تتجـمع في بقاع متناثرة من أرخبـيل جزر حوار، فهي إما أن تكون داخلية (قارية) حالت الرواسب الشاطئـية الكلسية التي تشكل في كثير من الأحيان أحزمة تغلف خط الساحل دون اتصالها بالبحر، فغدت أرضا جفت ميـاهها، وإما أن تكون شاطئية (خارجية) مـا زالت على اتصال بمياه البحر فتـغطيها أقنية المد العالي فـتحيلها إلى أراض يصعب اجتـيازها، وتشغل في توزيعها قطاعـات من الساحل الشرقي لجزيرة حوار، وأجـزاء من سواحل جزيرتي سواد الجنوبية وعَجيزة، ومعظم جزيرتي رباظ الشرقية والغربية.

(جـ) الرواسب الشاطئية: Qmcs

تتكون من رمال دقيـقة ناعمة، منتظمـة الشكل، بها بقايا حيوانات صـدفية بحرية، وعناصر من الكوارتز شأنها في ذلك شأن الرواسب الشاطئية المنتشرة على طول الساحل الغـربي لشبه جزيرة أبـروق خاصة وشبـه جزيرة قطر بصفة عـامة، ويمكن تتبع توزيع هذه الرواسب عـلى طول الساحل الغربي لجزيرة حـوار، حيث يمثل حزاما يغلف الجزيرة، يتسع في الشـمال الغربي ويضيق بالاتجاه نحو الجنوب، وتمثل إطارا يحيط بخور مقطع، وكما تحيط بالتكوينات الثلاثية في الأجزاء الجنوبية من الجـزيرة والتي يمتد مـنها لسـان طولي (حد الـذيب) صوب الجنوب الشـرقي ليلامس شبه جزيرة أبروق أو يكاد عند مدخل خليج زكريت. وهذه الرواسب كما

يبدو تشكل الأطر الخارجية لبقية جزر الأرخبيل، أو قد تنفرد في تغطيتها بمساحة الجزيرة كاملة، كما هو الحال في جزاير أبو سداد وجزر بوصدد وجزيرة جنان.

(د) الرواسب الرملية الهوائية: Qes

عبارة عن أكمات صغيرة تتناثر على طول الساحل الغربي، إلا أن هناك تجمعين للرواسب الرملية في جزيرة حوار يقعان إلى الجنوب من خور مقطع، يتخذ أحدهما اتجاها طوليا شمالي - جنوبي، والآخر اتجاها عرضيا شرقي - غربي، وتغطي هذه الرواسب سطوح الصخور الأيوسينية وقيعان المنخفضات، حيث ساهمت كل من الرياح والمسل المائية في نقلها وإرسابها في هذه المواقع.

وفيما يتعلق ببقية الجزر القطرية، فيتمثل في بعضها صخور تعود في عمرها إلى الإيوسين الأدنى والأوسط، وينطبق ذلك على جزيرة أبوفليتة التي تتكون معظم صخورها من الحجر الجيري الدولومايتي المحتوي على المارل، وينتمي جميعها لتكوينات الدمام الأعلى (عضو أبروق)، ويتمثل في بعضها الآخر تكوينات رباعية وحديثة من رمال كلسية بحرية تبدو على شكل حواجز جزرية (جزر الساحل الشمالي).

ثانيا: البنية الجيولوجية:

تأثرت الرواسب البحرية عند الهوامش الشرقية للرصيف القاري العربي بحركات تكتونية في عصر الإيوسين الأعلى، برزت على إثرها مجموعة أرخبيل جزر حوار وجزيرة أبوفليتة وجزيرة عنيبر في الوقت الذي تشكلت فيه قبة قطر الرئيسية، وما ميل الطبقات الصخرية لهذا الأرخبيل نحو الغرب إلا وضع بنائي يتفق وقبة قطر التي تقع إلى الشرق منه، وعليه فإن الأرخبيل يمثل النهاية الغربية لبنية القوس القطري، ولولا حركة الالتواءات التي حدثت في عصر الميوسين وتشكلت على إثرها حدبة دخان وكل من مقعر زكريت ودوحة الحصين وخليج سلوى لبقي الأرخبيل ملتحما باليابس القطري.

أما جزيرتا حالول وشراعوه، فيذكر ميجز (Meigs, 1966, XXVII, Unesco) أنهما جزيرتان بركانيتان، دفعه إلى ذلك اختلاط الصخور الإرسابية المتجمعة حول القبة الملحية ببعض التكوينات البركانية، إلا أن بيرسر وسيبولد (Purser and Seibold, 1973, p. 3) وفيتا فينزي (Vita-finzi, 1973) ذكروا أن مثل هذه الجزر

عبارة عن قباب ملحية اندفاعية، تكونت بفعل ضغوط جانبية حدثت في الأعماق البعيدة، كانت سببا في تحرك الرواسب نحو السطح، فأدت إلى بروز قاع الخليج على شكل قباب ارتفعت فوق مستوى مياهه، وقد ساهمت التكوينات الملحية المندفعة إلى صعود التكوينات البركانية باتجاه السطح وإرسابها على هوامش القباب، وتعود هذه التكوينات إلى الزمن الأول، وهي تفسيرات أقرب إلى الواقع من سابقتها.

ومجموعة **جزيرات الأسحاط Las'hat** ما هي إلا امتداد طبيعي لليابس القطري إلى الشمال الشرقي من جبل العديد، وقد استمرت مغمورة بمياه البحر حتى فترة متأخرة من الميوسين الأدنى، مما أتاح الفرصة لاستقبال رواسب تنتمي لتكوينات الدمام الأسفل، وفي الميوسين الأوسط انتابت المنطقة حركات أرضية تشكل على إثرها جبل العديد وذراعه مجموعة جزيرات الأسحاط، في حين هبطت المناطق المجاورة مكونة خور العديد والمنطقة المحصورة بين هذه الجزيرات واليابس القطري، فحالت دون اتصالها به.

أما **جزر البشيرية والعالية والسافلية والمرقات** (المكيار) فيعتقد بأنها نتوءات صخرية مرجانية، برزت فوق مستوى المياه أثناء انخفاض منسوبه، ومن ثم تجمعت حولها إرسابات رملية كلسية في طبقات متراكمة، ساعدها على ذلك رقة المياه وضحولتها، وطبيعة التكوينات القاعدية التي ترسبت عليها الرمال، وبمرور الوقت أخذت هذه الإرسابات تطمس معالم النتوءات الصخرية حتى ليبدو أنها جزر إرسابية صرفة. وما **المجموعة الجزرية الشريطية المتمثلة في ركن وأم تيس وقراض** إلا من هذا النوع، وهي حواجز إرسابية تكونت فوق سطوح الفشوت الصخرية، آزرها في ذلك طبيعة الفشوت ورقة المياه وضحولتها والتيارات البحرية الساحلية التي تعتبر من أهم العوامل التي أبرزت هذا التشكيل البنائي.

ثالثا: التطور الجيولوجي:

يبدو من الدراسة الجيولوجية أن الجزر القطرية تعرضت خلال تاريخها الجيولوجي لحركة مياه البحر طغيانا وانحسارا، واستقبالا لإرسابات متفاوتة نوعا وسمكا وخصائصا، عملت على بناء هذه الجزر، وقد سادت المنطقة حركات تكتونية كان لها أثر في تشكيل هذا البناء بأنماط تضاريسية وأشكال جيومورفولوجية سنناقشها فيما بعد، ولهذا التطور خصائص بنائية نلخصها في النقاط التالية:



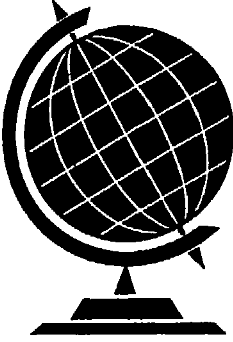
١- تعرضت منطقة الخليج الحوضية لغمر بحري خلال الزمنين الجيولوجيين (الأول والثاني)، أدت إلى تراكم طبقات سميكة من الرواسب المختلفة، ثم بدأت هذه الرواسب في النهوض تارة والهبوط تارة أخرى متأثرة بالحركات الأرضية التي بدأت تمارس عملها في الكريتاسي الأعلى حتى بلغت أوجها في الزمن الثالث (الحركة الألبية)، فكان للإرهاصات التكتونية أثر في حدوث بعض التقوسات والتقببات والتموجات في قاع الخليج العربي.

٢- في الإيوسين الأسفل والأوسط سادت ظروف البيئة البحرية الضحلة، مع هبوط متزايد للمنطقة في الإيوسين الأوسط نتج عنها إضافة إرسابات من الحجر الكلسي والطفل.

٣- في نهاية الإيوسين برزت أراضي بعض الجزر القطرية كمجموعة أرخبيل جزر حوار وأبوفليتة فوق سطح مياه الخليج مصاحبة لبناء القبة القطرية الرئيسة، لأن هذه المجموعة كما عرفنا سابقا تمثل النهاية الغربية لها، ويعني ذلك إسقاط تكوينات الإيوسين الأعلى والأوليجوسين وبداية الميوسين من العمود الطباقي لأرخبيل جزر حوار وأبوفليتة، حيث ساد الجفاف هذه الفترة نجم عنه تحول بعض الصخور الجيرية وتبلورها.

٤- طغى البحر الميوسيني على هوامش المناطق المرفوعة، وعلى الأجزاء التي ساهمت عوامل التعرية في نحتها، فتوضعت إرسابات من الصخور الجيرية والطين والطفل والجبس - تنتمي لتكوينات الدام - دون توافق فوق الطبقات الصخرية الإيوسينية، وفي أواخر الميوسين تجددت الحركات البنائية المولدة لكل من حدبة دخان ومقعر زكريت وخليج سلوى وخور العديد مع ظهور جزيرات الأسحاط التي تزامنت وتكوين جبل العديد.

٥- استمرت الحركة الميوسينية البانية للسطح في البليوسينية - البلايستوسينية، نشطت على إثرها عملية بروز القباب الملحية (kassler, 1973, p. 17) المتمثلة في جزيرتي حالول وشراعوه، ولا يفوتنا في هذا المقام أن نضيف أثر التذبذبات التي حدثت لمياه البحر في الفترة الرباعية ارتفاعا وانخفاضا على عمليات تطور السواحل حتى اتخذت أشكالها الحالية (**راجع الفصل الثاني التطور الجيولوجي**).



الفصل العاشر

جيومورفولوجية الجزر القطرية

أولا: أقسام الجزر القطرية

ثانيا: الأشكال الجيومورفولوجية

أولا: أقسام الجزر القطرية:

على ضوء دراستنا السابقة يمكن تصنيف الجزر القطرية من حيث النشأة والتطور الجيومورفولوجي إلى ثلاث مجموعات هي:

الجزر الصخرية - جزر القباب الملحية - جزر الترسيب.

١- الجزر الصخرية:

وهي مجموعة جزيرات الأسحاط والجزيرة (وتقع في خور الخور) وأرخبيل جزر حوار وجزيرة أبوفليتة وجزيرة عنيير وتقع هذه الجزر قريبة من الساحل القطري وتعتبر امتدادا طبيعيا له، حيث تتكون من نفس صخور الألسنة الممتدة إليها من اليابس القطري، فجزيرات الأسحاط تمثل امتدادا نحو الشمال الشرقي لجبل العديد الذي ظهر في عصر الميوسين، وتتميز هذه الجزيرات بسواحل صخرية تتعرض لفعل النحت البحري، حيث تتضح هذه الظاهرة في حالة انحسار مياه البحر عنها وقت حدوث الجزر.

أما جزيرة أبوفليتة، فهي كما أوضحنا تقع عند مدخل دوحة فيشاخ، وتتكون من صخور أيوسينية تتخذ اتجاها طوليا شمالي غربي - جنوبي شرقي، وهي قليلة الارتفاع، حيث لا تتجاوز ارتفاعاتها التي تتركز في الجانب الجنوبي الشرقي نحوا من (٤)م فوق مستوى سطح البحر، وقد تأثرت سواحلها وخاصة الشمالية والغربية بفعل عمليات النحت البحري، فنتج عنها تكوين بعض الفجوات والتداخلات الساحلية، كما تعرضت أطرافها الجنوبية لعمليات الإرساب، حيث يمتد لسان رملي نحو الجنوب الشرقي ليقابل الساحل القطري عند رأس حصين.

يختلف الوضع في أرخبيل جزر حوار (جزيرتا حوار وأم خرورة) حيث تميزها سواحل صخرية ذات جروف قائمة، تظهر أسفلها تجاويف ناتجة عن أعمال النخر التي تمارسها مياه البحر في حركتها، متماثلة في ذلك مع جروف شبه جزيرة أبروق (رأس أبروق)، وتتفاوت هذه الجروف والشرفات الصخرية في ارتفاعاتها بين (٢ و ٣) م في أقصى الأطراف الشمالية والجنوبية، وبين (٥ و ٦) م حول خور مقطع وخاصة سواحله الشمالية والجنوبية، فيما يتميز السطح إلى الجنوب من هذا الخور بوجود تلال تصل ارتفاعاتها إلى أكثر من (١٤) م.

تشكل الخلجان والدوحات والرؤوس الصخرية أهم الظاهرات التي يتصف بها الساحل الشرقي لجزيرة حوار، وهي عبارة عن تداخلات مائية في اليابس كخور مقطع أو نتوء صخري يتوغل في الماء لمسافات قد تصل إلى (٢) كم، تحيط بها أو تجاورها مساحات من السبخات الملحية تغمرها المياه أثناء عمليات المد العالي، وبالابتعاد عن حافات الجروف الصخرية على الساحل الشرقي ذات الانحدارات التي تتراوح ما بين (٤٥ و ٦٠) درجة، فإن سطح الجزيرة يأخذ بالانحدار التدريجي وتقل ارتفاعاته إلى أن نصل إلى مستوى سطح البحر على طول الساحل الغربي تقريبا، أما بقية جزر الأرخبيل فإنها مستوية السطح عموما، وقد تزين سواحلها بعض الجروف وخاصة السواحل الشمالية والغربية، فيما تسود السواحل الجنوبية والجنوبية الشرقية صور الإرساب المختلفة.

٢- جزر القباب الملحية:

عرفنا من دراستنا لجيولوجية الجزر القطرية أن ظهور جزر القباب الملحية يرجع إلى أثر كل من الحركات التكتونية التي أدت إلى اندفاع الكتل الملحية نحو السطح دون أن تخترقه، وإنما تسببت في تقبيه وتكسره، فاقتربت بذلك من الطبقات السطحية، وانخفاض مستوى سطح البحر الذي ساهم في بروزها فوق الماء جزرا. كان لارتفاعها فوق الماء، وقلة الأعماق البحرية حولها نسبيا، أن جعل منها حواجز تحد من سرعة التيارات البحرية، وتضعف في نفس الوقت من حركة الأمواج.

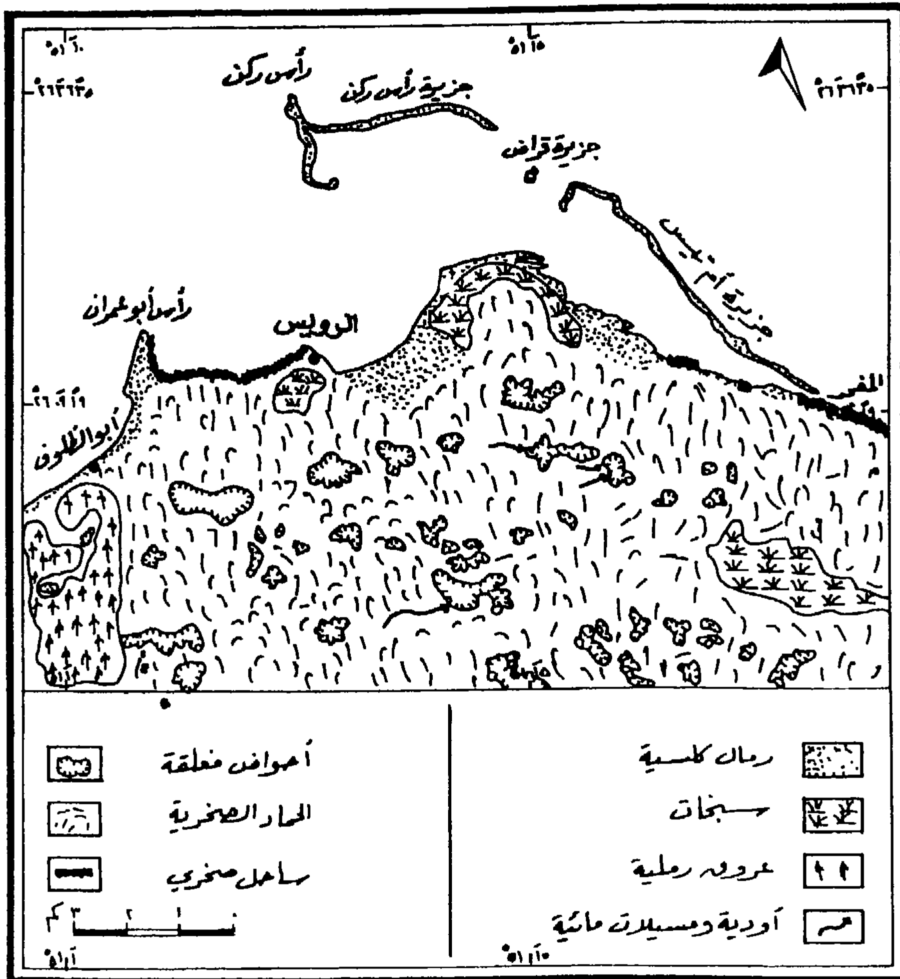
ولما كانت حركة المياه البحرية متأثرة بمحصلة الرياح الشمالية والشمالية الغربية، فإن الأشكال الساحلية تأثرت بذلك، فتباينت الجبهات الشمالية والغربية التي تتركز فيها عمليات النحت عبر الجروف والرؤوس الصخرية، عن الجبهات الجنوبية والجنوبية الشرقية التي انحصرت فيها أعمال الترسيب فأضحت سهولا منخفضة، في حين نجد في الداخل سطوحا مستوية تتناثر فيها تلال صخرية منعزلة تقطع تواتر هذا الاستواء بارتفاعاتها التي تتراوح ما بين (١٠ و ٢٠) م، وبانحدارات جوانبها التي تبلغ في المعدل (٢) درجة.

٣- جزر الترسيب فوق الفشوت البحرية وقرب الساحل القطري:

يتمثل هذا النوع في جزر وحالات (مفردها حالة وهي جزيرة صغيرة) الساحل الشرقي (البشيرية والمرقات والعالية والسافلية) والشمالي (ركن، أم تيس،

قراض) (شكل رقم ١٠-١) ولهذه الجزر خصائص مورفولوجية مشتركة تتمثل في السطوح المستوية، والارتفاعـات المتدنية، وانعدام الفروق التضاريسيـة، وملازمتها للساحل شأن الجزر الصخرية.

وكان لطبوغرافيـة قاع الخليج المتموجة، ومياهه الضحلـة، وانتشار الشعاب والصخـور المرجانيـة أثر في تكوينها، وتـعتبـر هذه الجزر كـوابح تحد من سـرعة التيارات البحـرية القادمة من الشمال، مما يترتب على ذلك التخلص من حـمولتها



شكل رقم (١٠-١) خريطة مورفولوجية لجزر الساحل الشمالي

التي تتألف من رواسب الرباعي والحديث، وتمثلها الرمال والطين والأصداف البحرية وبعض الحصى الصغير، إضافة إلى بعض العناصر المرجانية العضوية التي انفصلت عن أرصفة الشعاب المرجانية.

ثانيا: الأشكال المورفولوجية:

يدفعنا هذا العرض إلى إفراد دراسة مستفيضة عن الأشكال المورفولوجية التي تميز الجزر القطرية وخاصة أرخبيل جزر حوار، (بالتحديد جزيرة حوار) حيث تشكلت على سطح هذه الجزر أنواع متباينة منها، يمكن أن نصنفها إلى التالي:

١- الأشكال الساحلية. ٢- السبخات.

٣- الأحواض المغلقة (الخبرات). ٤- الأودية الجافة.

٥- التلال والشواهد الصخرية وجبل حوار. ٦- الأشكال الرملية.

١- الأشكال الساحلية:

عرفنا من دراستنا السابقة أن مساحة الجزر القطرية تبلغ (٨٧,٨٦١) كم٢، وأن أطوال سواحلها قدرت بحوالي (١٦٧,٣٧) كم، وهي قيمة تعطينا نسبة عامة تتراوح بين (١ : ٠,٥)، وهذا يعني أن كل (٠,٥) كم٢ مساحة يقابله (١) كم ساحل، بيد أن الدراسة التفصيلية لكل جزيرة على حدة تعطينا نسبا متفاوتة، وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

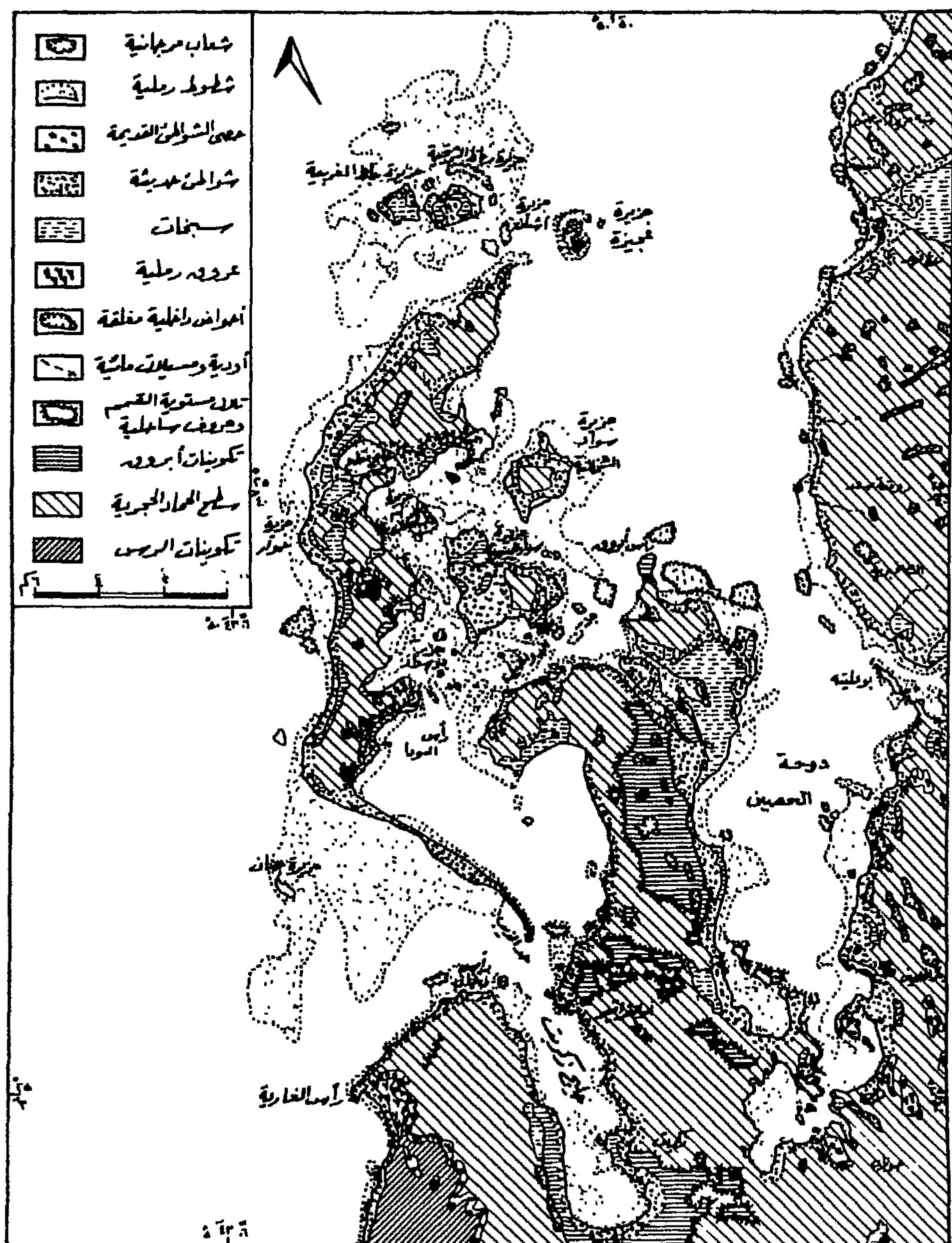
جدول رقم (١٠-١)

النسبة بين مساحة الجزر القطرية وأطوال سواحلها(*)

الجزيرة	المساحة (كم٢)	أطوال السواحل (كم)	نسبة الطول إلى المساحة
حوار	٦٠,٨	٧٢,٠	١ : ٠,٨٤ كم/كم٢
سواد الجنوبية	١٠,٥	١٣,٩	١ : ٠,٧٦
سواد الشمالية	٤,٣	٦,٥	١ : ٠,٦٦
رباظ الشرقية	٢,٢	٧,٠	١ : ٠,٣١
العالية	١,٨	٧,٥	١ : ٠,٢٤
حالول	١,٥	٥,٠	١ : ٠,٣٠
رباظ الغربية	١,١	٣,٨	١ : ٠,٢٩
السافلية	١,١	٤,٥	١ : ٠,٢٤
أم خرورة	٠,٩	٣,٢	١ : ٠,٢٨
ركن	٠,٨	١١,٠	١ : ٠,٠٧
أم تيس	٠,٥	١٢,٥	١ : ٠,٠٤
أبوفليتة	٠,٣	٣,٠	١ : ٠,١٠
شراعوه	٠,١٤	١,٥	١ : ٠,٠٩

(*) لم تذكر بعض الجزر لصغر مساحتها.

فجزيرة حوار (**خريطة رقم ١٠-٢**) وهي أكبر الجزر القطرية مساحة، تبلغ نسبتها (١ : ٠,٨٤)كم/كم٢، بينما تصل هذه النسبة في جزيرة أبوفليتة إلى (١ : ٠,١)كم/كم٢، ومع ذلك تتميز سواحل الجزر القطرية عامة وجزيرة حوار بصفة خاصة، بالبساطة وعدم التعقيد في خطوط امتدادها، حيث لا توجد الفروق التضاريسية بين أقسامها المختلفة. وتتخذ سواحل جزيرة حوار اتجاها طوليا شمالي - جنوبي يوازي محور القوس القطري. ورغم هذه البساطة فإن سواحل جزيرة حوار يكتنفها العديد من التداخلات والتعاريج الساحلية، لذا تميزت الجزر القطرية بسواحل مشرشرة، ونسترشد بمقدار شرشرة السواحل من مقارنة أطوال السواحل الشرقية الحقيقية لجزيرة حوار (مثلا) بأطوالها في خط مستقيم، فنجد أن الساحل الشرقي الذي يبلغ طوله الحقيقي (٤٤) كم، لا يتجاوز طوله في خط مستقيم (٣٦)كم، فتكون النسبة بالتالي (١ : ١,٢)، ويعني هذا أن كل (١)كم يكون نصيبه (٠,٢) كم شرشرة.



شكل رقم (١٠ - ٢)

خريطة مورفولوجية لأرخبيل جزر حوار والجانب المقابل من شبه جزيرة قطر

ومن أظهر هذه التداخـلات الخلجان وما يميزها من رؤوس صخـرية، إضافة إلى بعض البحـيرات الساحليـة، هذه الأشكال المورفولوجـية تفصح عن العـلاقة الوثيقـة بين خصائص الصـخور من جانب وكل من الحـركات التكتونيـة وعوامل التـشكيل الخارجـية (النحت والإرسـاب) من جانب آخـر، ولكي نقف على هذه العلاقة فضلنـا تصنيف الأشكال الساحلية وفق ما اتبعناه عند دراستـنا لشبه جزيرة قطر إلى التالي:

* التداخلات الساحلية. * أشكال الإرساب البحري.

* أشكال النحت البحري.

(أ) التداخلات الساحلية:

وتمثلها الدوحات شـبه الدائرية والخلجاز المستطيلـة ذوات الأصول البنيوية، وهي إحدى الأشكال الجـيومورفـولوجية التي يـتميز بـها الساحل الشـرقي لجزيرة حوار، ويبدو أن جـميع التداخلات الساحلية ذات نشـأة بنيوية تزامنت مع تكوين خليج زكريت ودوحة الحصين وحدبة دخان، وتوافقت معها في الامتداد الطولي.

فهناك ثلاث من الدوحـات أو الأخوار نبدأها من الشـمال بخور رقم (١)، ويقع على بعد (٣) كم إلى الجنوب من الفـرضة، تنتشر أمام مدخله وعلى مـسافة كيلو متر واحد مجموعة جزيرات عنق الحوار، وينفتح على الجهة الشمالية الشرقية بفتحة يبلغ اتساعها بين الشمال والجنوب في حدود (٨٠٠) م، ويرتكز على محور شمالي - جنوبي بطول يصل إلى (١,٣) كم، في حين يبلغ عرضه (٦٠٠) م.

تسود هذا الخور ظاهرة الإرساب البحري الناتجة عن حركة المياه، ويلاحظ أن الشطوط الرملية تبدأ ضيقـة إلى الشمال منه، تتسع بمجرد دخولها التـجويف شبه الدائري بحيث تغطي كـامل السطح فيه، وتمتد عرضـيا ما بين (٥٠٠ و ٧٠٠)م، ويعزى ذلك إلى ضعف حركـة المياه، وضحولتها، وتغيـر اتجاهها، ويبدو أن هناك لسانا رمليـا في طور التشكيل يمتد في البـحر أمام بداية ظهـور تكوينات الشواطئ الرمليـة، ويرجع ذلك إلى تغيـر اتجـاه حركـة المياه القـادمة من الشـمال بمحـاذاة الساحل، وتبلغ أبعاد هذا اللسان ما بين (١٥٠) م عرضا، و (٢٠٠) م طولا.



أما الشواطىء الرملية الخطية فتوجد على الساحل الشمالي الغربي، حيث تأخذ في الاتساع بالاتجاه نحو الجنوب، وبعرض يتراوح بين (١٥٠ و ٣٠٠)م، بينما يغلف الجزء الجنوبي الغربي والجنوبي من هذا الخور شريط من السبخات يبدو أنه من الحداثة بحيث لم يتكون بعد أي شاطئ رملي على جانبه المواجه للمياه، ومن المحتمل إذا توافرت ظروف تكوين هذه السبخة أن يتحول إلى نطاق من السبخات مع مرور الزمن.

ويقع خور مقطع رقم (٢) في وسط جزيرة حوار، ويبدو أنه أحد أهم التداخلات الساحلية توغلا في يابس الجزيرة، ويحتمل انطلاقا من واقع التكوينات الحديثة التي تحد جانبه الغربي أن هذا الجانب كان منفتحا على مياه الخليج في الجهة الشرقية، وأن جزيرة حوار كانت عبارة عن قسمين شمالي وجنوبي، إلا أن ظروف البيئة الترسيبية كانت ملائمة لدرجة أنها ساعدت في تكوين مجموعة من الحواجز والألسنة الرملية التي كان امتدادها الطولي صوب الجنوب يتفق واتجاه حركة المياه، مما أدى في النهاية إلى التحامها ومن ثم تحجُّرُها وربط القسمين معا بما يعرف الآن بجزيرة حوار.

يتوغل خور مقطع لمسافة (٢) كم في خط مستقيم من الفتحة الداخلية، وإذا أضفنا إليها طول القناة التي توصله بمياه الخليج لبلغت المسافة (٢,٥) كم، ويشغل مساحة تبلغ (١,٢٥) كم٢، وبإضافة الرقعة المساحية التي تغطيها القناة يصبح (١,٣٦) كم٢، وبهذا يتكون خور مقطع من وحدتين:

١- قناة خور مقطع. ٢- بحيرة خور مقطع.

١- قناة خور مقطع:

تمتد لمسافة (٠,٥) كم، وبعرض يبلغ عند نقطة التقائها مع مياه الخليج حوالي (٠,٥) كم، تضيق القناة كلما اقتربنا من فتحة البحيرة فتبلغ (٢٠٠) م عرضا، وترتكز على محور جنوبي جنوبي شرقي - شمالي شمالي غربي، ويتفق هذا الاتجاه مع الرأس الرملي المتحجر الذي كان لامتداده صوب الجنوب أثر في توجيه القناة، وفي تركز الشطوط الرملية في النصف الجنوبي من الجانب الأيمن لقناة خور مقطع (أي على طول الجانب الغربي لهذا الرأس)، ويوحي هذا التوزيع

إلى أن دوران المياه حول هذا الرأس يضعف من حركتـها وبالتالي يسهم في انتشار الرواسب على هذا الجانب، بينمـا يخلو الجانب الآخر من الشطوط الرملية فـيغدو أكثـر عمقـا، ويلاحظ أن حركة الميـاه عبر القناة تتـجه من الجنوب باتجاه الشـمال فالشمال الشرقي، حيث تلامس الساحل الـشرقي للقناة قبل أن تقصد اتجاه الغرب عند عبورها فتحة البحيرة.

٢- بحيرة خور مقطع:

تمتد البـحيرة بين الشرق والغرب بـطول يبلغ (٢) كم، في حين تضيق عند المدخل وتبدأ في الاتساع نحو الوسط بعرض يبلغ (١,١) كم، وإذ اعتبرنا السبخة الواقعة إلى الشمال الغربي والمتوغلة في اليابس امـتدادا للبحيرة، فإن عرضها يصل إلى أكثر من (٢) كم، وتتميز البحيرة بالخصائص المورفولوجية التالية:

(أ) الدلتا الداخلية:

تكونت دلتا عند مدخل بحـيرة خور مقطع نتيـجة التقاء مياه القناة المتـدفقة صوب البحـيرة، وتلك الخارجة منهـا، فتقل سرعة الميـاه وتهدأ حركتـها، فتلقي حمولتها على هيئة دلتا جزرية تمتد لمسافة (٥٥٠) م، وبعرض (١٠٠) م.

(ب) الشطوط الرملية:

يتبين من (خـريطة رقم ١٠-٢) أن الشطوط الرمليـة تشكل كل مـساحـة البحـيرة، ويعني هذا أن عـملية الإرسـاب وأنماط توزيع الرواسب ربما لم تتم في مرحلة واحدة، بل امتـلأت في البداية الأجزاء الشمالية المتـاخمة لمصدر الرواسب الرملية، تبعتها عملية امتلاء الأجزاء الجنوبية، بدليل السبخة واللسان الرملي اللذين يقعان إلى الشمال الغربي من بحيرة خور مقطع.

(جـ) ضحولة المياه في البحيرة:

يبدو أن موقع المقعر الذي تحتله البحيرة مناسبا لتزايد عمليات الإرساب التي تسببها كـل من الرياح الشمالية الغربية السائدة، وحركـة المياه، مما أدى إلى تحولها إلى شط رملي متكامل لا تزيد أعماق المياه فيه على متر واحد.



(د) قنوات المد والجزر:

يلاحظ أن قنوات المد والجـزر تشكلت عند مدخل الـبحيـرة، وتتخـذ نمطا شجريا تتجـمع مياهها في ثلاث قنوات فرعيـة، تصب بدورها في قناتين تتصلان بقناة المد والجزر الرئيسـة والتي تفضي بالنهاية إلى الممر الواصل بين البحـيرة ومياه الخليج، وكان لضيق هذا الممـر، ووفرة الرواسب الرملية (King, 1972, p. 155)، والعلاقة بين تيارات المد القوية والمدخل الضيق الذي تتميز به بحيرة خور مقطع أثر في تكوين هذه الشبكة من القنوات شأنها في ذلك شـأن شبكة خور العديد، ومن أشكال الساحل الأخرى:

* أشكال ذات علاقة بالتكوينات الحديثة:

تضم بحيرة خور مقطع ذات الشكل البيضاوي سواحل شبه مستقيمة، تميزها تكوينات حـديثة ترجع إلى عـصر الهـولوسين، باسـتثناء قطاع يقع في منتـصف الساحل الشمـالي يتكون من الحجر الجيري والدولومـايت العائد للإيوسين الأوسط وينتمي لتكوينات الدمام الأعلى والذي قد يحتوي على عضوي أبروق أو سمسمة، فيما يكتنف مدخل البـحيرة من الجهة الشمالية الشرقيـة حافات صخرية من الرمال المتحجرة ترتفع إلى أكثر من (٣) م، وتطل بشرفات شديدة الانحدار قد تصل إلى (٩٠) درجة، وتشكل هذه الحافات كما يبـدو من الخريطة سلسلة متصلة تمتد نحو الداخل، وتعـتبـر حدا فـاصلا بين تكويـنات عصـر الإيوسين الأوسط وتكوينات الهولوسين الحديثـة، وقد تظهر بعض التلال الشـاهدة كالقور التي يـصل ارتفاعها إلى حوالي (٧) م.

* الشواطىء والألسنة الرملية:

وهي شواطىء شريطية تغلف البـحيرة من جميع الجهات باسـتثناء ما ذكرناه في البند السابق، وهي ذات رمال خشنة تمتد على هيئة أقواس مقعرة من الداخل، وقد تتسع كما هو الحال عند مدخل البحيرة؛ وذلك بسبب تزايد معدلات الإرساب دون غـيرها من المواقـع، ومن الجدير بالملاحظـة أن شاطئـا رمليـا يقع في الطرف الشمـالي الغربي من بحيـرة خور مقطع، ويمتد مـحوريا شمـالي شرقي - جنوبي غربي لمسافـة (٨٠٠) م، يفصل مياه البحـيرة عن سبخة تقع إلى الشـمال الغربي

منه، ويبدو أن هذا الشاطئ (اللسان الرملي) امتد في نموه باتجاه الجنوب الغربي منطلقا آنذاك من خط الساحل ذي التكوينات العائدة للإيوسين الأوسط، تاركا ممرا ضيقا يربط بين البحيرة والسبخة، ومع امتلاء الجزء الشمالي الغربي من بحيرة خور مقطع بالإرسابات، بات في منأى عن مياه المد فتحول مع الزمن إلى سبخة.

يقع **التداخل الساحلي رقم (٣)** في القسم الجنوبي من جزيرة حوار، ويبدو على شكل تقوس مجوف يمتد في يابس الجزيرة لمسافة (١,٢) كم، وينفتح نحو الشمال الشرقي على شطوط رملية تمتد حتى جزيرة سواد الجنوبية، بحيث يبلغ عرض الفتحة في حدود (٦٠)م، ويلاحظ أن الشطوط الرملية تغطي مجمل مساحته التي تبلغ (٠,٦٣) كم٢، ويغلب على سواحله التي تتميز بقلة تعاريجها، تكوينات الحجر الجيري والدلومايت باستثناء القطاع الشمالي الغربي والغربي من الساحل، حيث تنشر رواسب السبخات والشواطىء الرملية الخطية على التوالي. فيما ينفرد الساحل الجنوبي لهذا التدالخ بظاهرة الجروف الساحلية ذات الانحدارات الشديدة والامتداد السلسلي، وبعض التلال الشاهدة التي تقع عند بوابة الساحل الجنوبي وترتفع إلى أكثر من (١١) م عن مستوى سطح البحر.

(ب) أشكال الإرساب البحري:

تتميز الجزر القطرية بانتشار الكثير من أشكال الإرساب البحري، فبعضها حديث التشكيل، وبعضها الآخر قديم التكوين، وبناء عليه يمكن مشاهدة العديد من مظاهر الإرساب البحري تم تصنيفها كالتالي:

* الشطوط الرملية. * الحواجز والألسنة الرملية. * الشواطئ الرملية.

١ - الشطوط الرملية:

تجنبا للتكرار سنحاول دراسة الشطوط الرملية المتاخمة لأرخبيل جزر حوار، ونبدأها **بفشت الديبل (خريطة رقم ١٠-٣)، [الأدميرالية البحرية البريطانية، ١٩٧٤، خريطة رقم ٢٨٨٦]** الذي يقع على بعد (٢٤,٥) كم إلى الشمال الغربي من رأس عمران، بزاوية مقدارها (٣٥) درجة، ويقطعه خط عرض (١٧َ ٢٦ْ) شمالا، وخط طول (٥٣َ ٥٠ْ) شرقا، وهو عبارة عن رصيف مرجاني يمتد بين



شكل رقم (١٠-٣)

خريطة لفشت الديبل وقطعتي جرادة والشجرة وأرخبيل جزر حوار

الشمال والجنوب لمسافة (٨,٤) كم، في حين يتراوح عرضه بين الشرق والغرب ما بين (١,٢) كم في نصفه الجنوبي وبين (٢,٨) كم في نصفه الشمالي، ويغطي مساحة تبلغ في حدود (٢٤,٥) كم٢.

يحد فشت الديبل من جميع جوانبه خط أعماق (-٥) م، حيث يقترب هذا الخط من حدوده الشمالية والشمالية الشرقية، ثم يأخذ في الابتعاد كلما اتجهنا نحو الجنوب حيث تتناقص الأعماق التي تتراوح ما بين (-٢ إلى -٣) م على طول جوانبه الغربية والجنوبية والجنوبية الشرقية.

إلى الجنوب الغربي من فشت الديبل وعلى بعد (٧) كم تقع **قطعة جرادة** ذات الشكل الدائري تقريبا، يمر بها خط عرض (١١َ ٢٦ْ) شمالا، وخط طول (٥٠َ ٥٤ْ) شرقا، بطول يبلغ (١,٧٥) كم، وعرض قد يصل إلى (١,٢٣) كم، وتشغل مساحة تبلغ (٢,٧) كم٢، وهي كنظيرتها فشت الديبل عبارة عن شعاب مرجانية تتفق مع الأعماق الضحلة التي تتراوح ما بين (-٢ إلى -٤) م، وباتجاه الجنوب نصادف على بعد (١٢,٢٥) كم **فشت أدهم** وهو عبارة عن شطوط رملية Sandbanks وحيود بحرية جافة Drying reefs (شعاب مرجانية)، تقع أطرافه الشرقية التي تمثلها قطعة الشجر Qit'at Ash Shajarah على بعد (١٢,٦) كم إلى غرب غرب الشمال من رأس عشيرج، بزاوية يبلغ انحرافها في حدود (١٥ْ)، وتقع ضمن خطوط أعماق تتراوح ما بين (-٢ إلى -٤) م.

يلاحظ أن الشطوط الرملية حول أرخبيل جزر حوار تتفاوت تبعا لظروف إرسابها ضيقا واتساعا، فنجد أنها تحيط بجزيرتي **رباظ الشرقية والغربية**، إلا أنها أكثر اتساعا إلى الشمال من الجزيرتين منها إلى الجنوب، فيبلغ امتدادها بين الشمال والجنوب حوالي (١٠,٥) كم، وبين الشرق والغرب (٥,٣) كم، وفي جزيرة رباظ الشرقية تختفي الشطوط الرملية من أمام الجزء الجنوبي الأوسط للشاطىء الرملي القديم، وتبرز وسطها الصخور المكونة للشعاب المرجانية، تمتد - وخاصة إلى الشمال الشرقي من جزيرة رباظ الشرقية - كحاجز مرجاني قوسي الشكل إلى مسافة تزيد على (٢) كم. وحول **جزيرة عَجيزة** الواقعة إلى الشمال الشرقي من جزيرة حوار تجمعت الشطوط الرملية، ساعدها في ذلك ما ينتشر في محيطها من شعاب مرجانية كانت سببا في ضعف حركة المياه ومن ثم إرساب الرمال وتكوين الشطوط.



يتضح أن الشطوط الرملية تلازم خط الساحل الشرقي لجزيرة حوار، وفي أغلب الأحيان تتسع مع التداخلات الساحلية، وتضيق مع ظهور الرؤوس الصخرية، ولا يعني ذلك أن تغدو قاعدة، وإنما لابد من توافر شروط جوهرية، منها: وجود صخور مكونة لشعاب مرجانية، ضعف حركة المياه أو تغير اتجاهها، وبتطبيقها على جزيرة حوار يتبين أن الشطوط الرملية تتجمع أمام التداخل الساحلي الذي يقع ضمنه خور مقطع، حيث كان لامتداد تكوينات الجزيرة على شكل لسان صخري باتجاه جزيرة سواد الشمالية أثر واضح في تغير اتجاه المياه وضعف حركتها، ومن ثم إرساب حمولتها من الرمال على نطاق واسع، حيث تحيط هذه الشطوط بمجموعة جزر سواد الشمالية والجنوبية وأم خرورة وأبو سداد وبوصدد، تتخللها بعض قنوات المد ذات الاتجاهات المختلفة، كما تمتد من هذه الشطوط العديد من الخطاطيف والألسنة الرملية المتباينة في اتجاهاتها واتساعها وأطوالها.

إذ يتضح - على سبيل المثال - أن لسانا رمليا يمتد من الشطوط الرملية الموجودة إلى الجنوب من جزيرة سواد الشمالية باتجاه الجنوب الشرقي صوب رأس أبروق، حيث يتفق هذا الامتداد مع محصلة الرياح الشمالية الغربية، ويبلغ طوله حوالى (٢,٢) كم، وعرضه يتراوح ما بين (٤,٠ و ١) كم، وإلى الجنوب من جزاير أبو سداد وبوصدد وأمام النتوء الصخري للتداخل الساحلي رقم (٣)، تمتد ألسنة رملية مدببة الرأس في بعضها وخطافية في بعضها الآخر باتجاه الجنوب في الأولى والجنوب الشرقي في الثانية، وتبلغ أطوالها (٨٠٠، ٩٠٠) م، وعرضها (٢٠٠-٥٠٠) م، (٣٠٠) م على التوالي، تنحصر الشطوط الرملية إلى الجنوب من البروز الصخري في شريط ضيق يلازم خط الساحل بعرض يتراوح ما بين (٣٠-٤٠٠) م، إلى أن تبدأ في الاختفاء تارة والظهور تارة أخرى على طول الجانب الشمالي للسان الصخري الذيلي لجزيرة حوار (حد الذيب).

يبدو أن نمط توزيع الشطوط الرملية على طول الساحل الغربي لجزيرة حوار أكثر انتظاما واتساقا، وأكثر التصاقا وضيقا منه على الساحل الشرقي، ولعل الانفتاح على مياه خليج سلوى وعمقها نسبيا حال دون اتساع الشطوط الرملية، فباتت محصورة في شريط ضيق يوازي خط الساحل، ويبدو أنها تتسع في قطاعين

من الساحل الغربي يقعان إلى الشمـال والجنوب مباشرة من سنام الحوار (المقطع)، يتراوح عرضهما بين (١ و ١,١) كم على التـوالي، ولكن ما يميز القطاع الشمالي من الشطوط الرملية امتداد لسان رملـي يستدق بالاتجاه صوب الجنوب، يبلغ طوله (٦٠٠) م ويتراوح عرضـه ما بين (١٠٠ و ٣٠٠) م، فيما يتـميز القطاع الجنوبي في نهايته الجنوبيـة بوجود تجمعات من الـصخور المكونة للشعاب المرجـانية، الأمر الذي ربما أدى إلى الحد من سرعة حركة المياه، وبالتالي ساعد على تراكم الرواسب واتساع انتشارها عرضيا.

وإلى الجنوب من جزيرة حوار وخاصة جنـوب اللسان الذيلي لها، ساعدت ظروف البيئة البحرية المتمثلة في الامتداد المحوري للذيل الصخري، وضعف حركة المياه ورقـتهـا، واتجاه خط السـاحل الفجائـي نحو الجنوب الشـرقي، إلى إرساب كميات هائلة من الرمال تتوزع على مساحة تبلغ في حدود (٢٦) كم٢، بطول بلغ أقصاه باتجاه الجنوب (٧,٥) كم، وعرض يتراوح بين (٧,٥) كم بمحاذاة الساحل، وبين (٠,٧ و ١,٩) كم للسان الرملي الغربي، وبين (١ و ٣) كم للسان الشرقي، وتقع جزيرة جنان ضمن هذه الشطوط الرملية، وبالتحديد عند حدودها الغربية.

٢- الحواجز والألسنة البحرية:

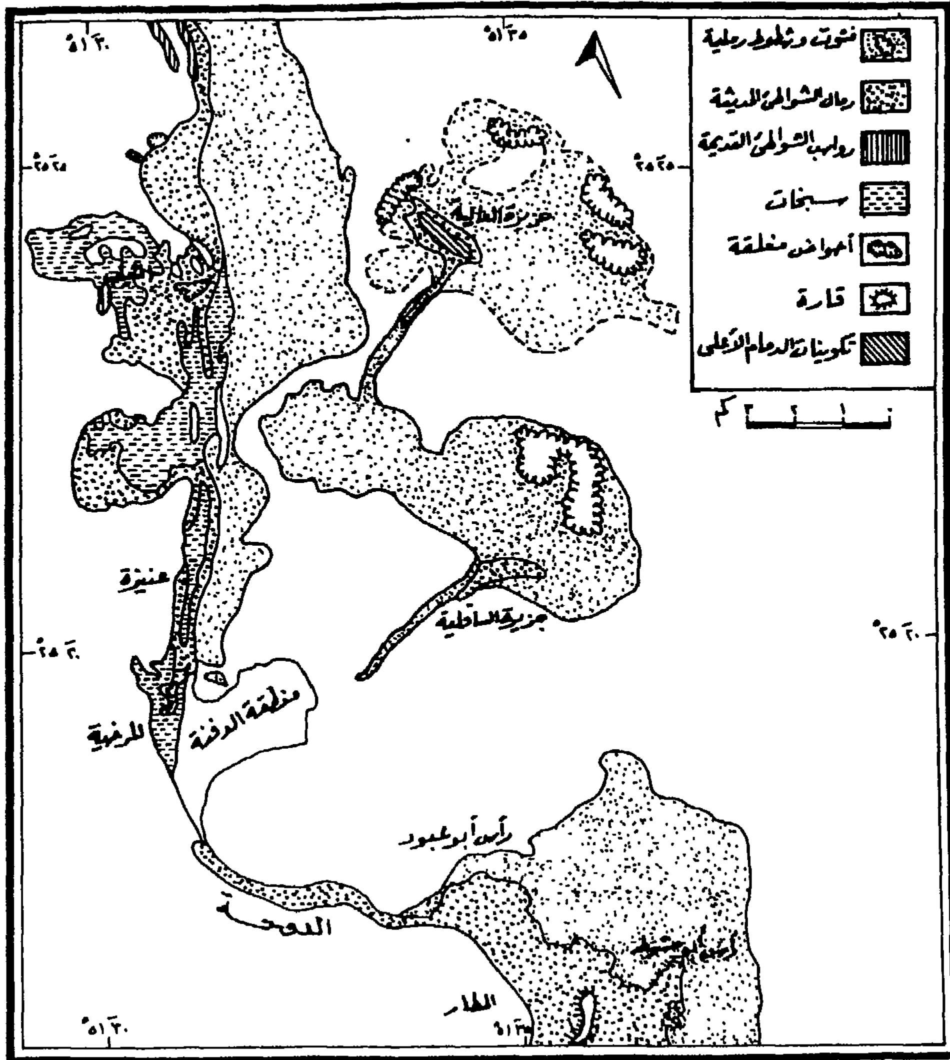
وهي كثـيرة ومـتنوعة، منها مـا يبدو على شكل ألسنة، أو خطـاطيف، أو أنها مجرد حواجز من الرمال لا تتصل باليـابس، ويبدو أن الحواجز لا تتمثل إلا في الطرفين الشمالي الغربي والجنوبي الشرقي لجزيرة سواد الجنوبيـة، فالحاجز الشمالي الغربي يرتكز على محور شرقي-غربي ويمتد لمسـافة (١,٤)كم، بعرض يبلغ بين (٠,٥ و٠,٧)كم، وقد حجز خلفه بحيرة شاطئيـة كانت تغشاها مياه المد إلى أن امتلأت بالرواسب الرملية فأضحت تشكل سبخة ساهمت في ربط الحاجز بكتلة الجزيرة.

أما الحاجز الجنوبي الشرقي فيمـتد بين الشمال والجنوب لمسافة (٠,٥) كم، ثم يتجه نحو الغرب لمسافة (٠,٦) كم، يليه في نفس الاتجاه حاجز آخر ربما يكون أحدث منه عـمرا، يبلغ طوله في حـدود (٠,٩٧) كم، وهي عبارة عن حـواجز شريطية لا يزيد عرضها علـى (٩٠) م وقد تصل في الحاجز الأخير إلى (٢٥) م، ويلاحظ أن هذين الحاجزين (يمثلان جزيرات سواد الجنوبية رقما ٢٣، ٢٤) ساهما



في تكوين سبـخة في الجهة المقـابلة لسواحل جزيرة سـواد الجنوبية، رغم أن هناك شطا رمليا شريطيا ما زالت تغشاه مياه المد يفصل السبخة عن الحاجزين.

ولعل **الألسنة البحرية والخطاطيف** أوسع انتشارا من الحواجز، حيث نشاهد لسانا بحـريا يمتد من الطرف الجنوبي الشرقي لجـزيرة العالية باتجـاه الجنوب الغربي (خريطة رقم ١٠-٤)، ويستدق كلما ابتعدنا عن كتلة الجزيرة، يلازمه ويستمر في



شكل رقم (١٠-٤)
خريطة مورفولوجية لجزيرتي العالية والسافلية والساحل المقابل

نفس الاتجاه شريط رملي حتى يلتحم بالشطوط الرملية الواقعة على بعد (٣,٥)كم إلى الجنوب من جـزيرة العالـية، ويبـدو أن هذا اللسان قـد تكوّن على مـرحلتين مختلفـتين، يمتد الأقدم ذو التقـوس الشمالي لمسافـة (٠,٧) كم، بينما يبلغ طول اللسان الأحـدث ذي التقوس الجنوبي (٠,٩) كم، يماثله في ذلك اللسـان البحري في جزيرة السافلية، إلا أن هذا اللسان الأخـير يختلف عنه في أنه يمتد من الطرف الجنوبي الغـربي للجزيرة، وفي أنه أقصـر منه، ولكن إذا ما التـحم بالشط الرملي المتفق معه في الاتجاه فإنه سيمتد إلى أكثر من (٣,٢) كم، بشرط أن تتوافر ظروف الإرساب المسـتمـرة، ويتخـذ الشط الرملي الذي يبلغ عرضـه (٠,١٥) كم شكلا شريطيا، ويتجـه صوب منطقة الدفنة التي يبتعد عـنها في حدود (٠,٨) كم باتجاه الشمال الشرقي.

تتمثل الألسنة البـحرية في جزيرة سواد الشماليـة، حيث تمتد ثلاثة ألسنة في اتجاهات مختلفة، تتكون جميـعها من الرمال الكلسية، ينطلق **الأول** صوب الشمال بطول يبلغ (١,١) كم، وعرض قـد يصل إلى (٠,٣) كم، ويحتـمل أن يكون قد تكَوّن على مرحلتين متتاليتين بدليل وجود انقطاع في عملية الإرساب وامتداد شريط من السبخات يفـصل بينهما. ويمتد **الثاني** من الساحل الغربي نحـو الشمال الغربي بطول لايتجاوز (١٥٠) م، وعرض يبلغ (٧٥) م، تغشاه سبخة تمتد إلى الشمال منه بمحاذاة الساحل الغربي للجزيرة، أما اللسان **الثالث** فيتجه صوب الجنوب بطول يبلغ (٠,٥٥) كم، وعـرض يتراوح بين (١٥٠-٤٠٠) م، ويلاحظ أنه ينثني من طـرفه الطليق قليـلا نحو الشرق، وتعليل ذلك ينـحصر في اتجـاه حركة الميـاه من تيارات بحرية وأمـواج ومحصلة الرياح الغـربية نحو الشـرق، وقد تكوّنت في ظله نتيـجة لركود المياه وتوافر الظروف سبخة تمتد عرضيا بموازاة الساحل الجنوبي.

وفي جزيرة حوار يتمثل على السـاحل الشرقي لسانان، بحريان، يقع **الأول** أمام التـداخل البحري الذي يفضي إلى خـور مقطع، وهو عبـارة عن خطاف يمتد طليقا نحو الجنوب لمسافة (١٠٠) م ثم ينثني متجها نحو الجنوب الغربي بطول يبلغ (٠,٧) كم، ويوحي لنا هذا الخطاف بأن حركـة الأمواج والتيارات البحـرية تتقدم في هذا الموقع نحو الجنوب الغـربي، مما أتاح الفرصة لهـا كي توزع الرواسب بهذا



النمط، ويقع الثاني في أقصى الطرف الجنوبي الشرقي لجزيرة حوار ويمتد نحو الجنوب الشرقي لمسافة (٧,٢) كم، وكأنه يريد أن يحقق حلم الاتصال ثانية بشبه جزيرة أبروق، وسيتم ذلك مع تزايد عمليات الإرساب، ويلاحظ أن اللسان الشريطي هذا يتسع في قطاعين، حيث يتراوح عرضهما بين (٤٠٠-٤٥٠) م، ويضيق في قطاعين، فلا يتجاوز عرضهما (٥٠) م، ويبدو أن هذا اللسان ينحرف من بداية طرفه قليلا نحو الجنوب تحت تأثير حركة المياه وطبيعة تراكم الرواسب وتوزيعها على جانبيه (يطلق على طرفه حد الذيب).

٣- الشواطئ الرملية الشريطية القديمة:

من واقع الخرائط الجيولوجية والمورفولوجية يتبين أن الجزر القطرية تكتنفها إرسابات حديثة ترجع إلى عصر الهولوسين، تتكون من الرمال والكلس المحتوي على محارات القواقع السائدة آنذاك مثل قواقع Gastropod، تشغل هذه الإرسابات كامل السطح في بعض الجزر كجزيرة السافلية الواقعة على الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، وجزر أبو سداد وبوصدد وجنان، بينما تشكل في البعض الآخر نسبة كبيرة من تكويناتها وينطبق ذلك على جزر العالية ورباظ الشرقية والغربية وعَجيزة وسواد الشمالية والجنوبية وأم خرورة، وقد تحصر داخلها سبخات كالحال في رباظ الشرقية والغربية، أو تكوينات من الحجر الجيري والدلومايت العائد للإيوسين الأوسط، ويتمثل ذلك في بقية الجزر السابقة.

وفي جزيرة حوار يبدو أن هناك اختلافا واضحا بين الساحل الشرقي ونظيره الغربي، إذ تمتد الشواطئ القديمة على الساحل الشرقي بشكل متقطع، وأن كثيرا من قطاعات الساحل تخلو منها، وربما يرجع ذلك إلى هبوط الأرض التي شكلت كلا من دوحة الحصين وخليج زكريت، وارتفاع هذه القطاعات عن منسوب مياه البحر فلم تعد تستقبل أيا من الرواسب البحرية، ويلاحظ أن الإرسابات الرملية التي تشكل الشواطئ القديمة على الساحل الشرقي ربما تعود إلى البليستوسين الأوسط بدليل أنها تقع في ظل إرسابات أحدث وهي السبخات، وتظهر هذه الشواطئ بشكل واضح أمام خور مقطع، وتمتد نحو الجنوب الشرقي لجزيرة حوارعلى شكل شريط يوازي خط الساحل وينتهي عند بداية اللسان الرملي الذيلي.

يختلف الوضع على الساحل الغربي لجزيرة حوار، إذ يمتد الشاطئ الرملي الشريطي على طول الساحل دون انقطاع إلى أن يلتحم باللسان الذي يمتد نحو شبه جزيرة أبروق ليحقق حلم الاتصال القديم بها، وسيتم ذلك إذا استمرت عملية الإرساب، إلا أن بروزا صخريا يقع في الركن الشمالي الغربي ويتكون من صخور الحجر الجيري والدولومايت يخلو من إرسابات الهولوسين الحديثة، وإلى الجنوب من هذا الموضع تبدأ إرسابات الشاطئ القديم متسعة حيث يبلغ عرضها (٠,٧)كم إلى أن نصل إلى ظهير خور مقطع، فتبدأ الشواطئ في الانحسار في شريط ضيق يتراوح عرضه ما بين (٢٠٠-٤٠٠) م إلى أن يلتحم باللسان الذيلي في الجنوب.

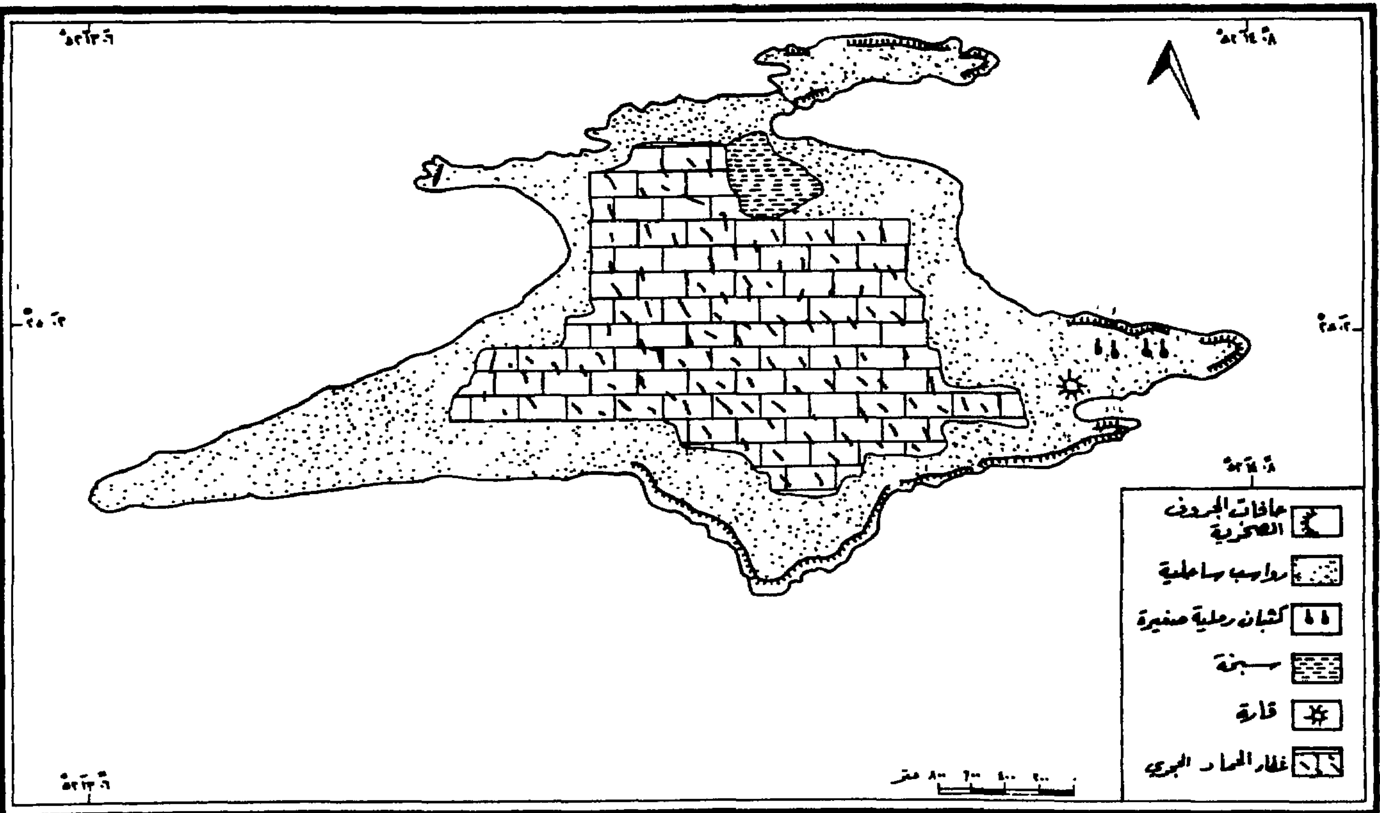
هناك شواطىء رملية قديمة ربما تكونت في فترة البليستوسين الأوسط، وهي كما يبدو تماثل شواطئ الساحل الشرقي لجزيرة حوار في بعدها الزمني، وتنتشر في منطقتين، يمتد الشاطئ **الأول** على هيئة شريط -ـيطي في الطرف الشمالي الغربي لخور مقطع، ويرتكز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، والدليل على قدمه وقوعه في ظل نطاق من السبخات، ويمتد الشاطئ الثاني من منتصف الساحل الجنوبي لخور مقطع باتجاه الجنوب الغربي حيث يقع هو الآخر في ظل سبخة تفصله عن الشواطئ التي تكونت حديثا على الساحل الغربي لحوار.

(جـ) أشكال النحت البحري:

وهي أقل الأشكال انتشارا وتتمثل في:

الجروف البحرية: تبين لنا أن الجزر القطرية تميزها سواحل سهلية، تغطيها مفتتات رملية وصخرية، قد تجرفها حركة المياه فتغدو المنطقة ضحلة المياه، فيما تنتصب من التكوينات الصخرية جروف بحرية تختلف من حيث النشأة والتكوين، فهناك **جروف ساحلية نشطة**: تبدو على شكل ضلوع طبيعية، تنتشر في المناطق التي تتناوب فيها الطبقات الصخرية الكلسية (الدولومايت الصلب) مع رواسب من المارل والصخور اللينة، فإما أن تصاحب هذه الجروف تكوينات الجزر الملحية (جزيرتا حالول وشراعوه)، أو الجزر الصخرية (أرخبيل جزر حوار)، وتتمثل بصفة خاصة حول هوامش القباب الملحية، ففي جزيرة شراعوه (خريطة رقم ١٠-٥)





شكل رقم (١٠-٥)

خريطة مورفولوچية لجزيرة شراعوه

تمتد الجروف الساحلية على طول كل من قطاعي الساحل الشمالي الغربي والجنوبي الشرقي، وتظهر فيها طبقات خفيفة الميل من الصخور الكربونية، توضعت على تكوينات أحدث وأقل صلابة منها تعود إلى الزمنين الثالث والرابع.

يتمثل هذا الوضع في جزيرة حالول، حيث تطوق جروفها الساحلية الهوامش الخارجية للقبة الملحية، فالجروف التي تقع على الساحل الغربي وتواجه بجبهتها الشمال والغرب تمتد على محور شرقي - غربي في أطرافها الشمالية، ثم تتقوس لتتخذ اتجاها جنوبيا بطول قدره (٣١٣) م، وارتفاعات تتراوح بين (٢٠-٢٥) م فوق مستوى سطح البحر، وهي كما يبدو جروف مجوفة بسبب تعرض جبهتها للرياح الشمالية الغربية أو الغربية، كما تشاهد مثل هذه الجروف التي تسير في اتجاه عرضي على طول الساحل الجنوبي، وتطل جبهتها على الجهة الجنوبية، وهي أقل ارتفاعا من جروف الساحل الغربي، وأن أعماق المياه أمامها ضحلة قياسا بالجبهة الغربية، وقد تبرز من بعض هذه الجروف آناف صخرية تمتد فوق الجبهة كما هو الحال في الأجزاء الشرقية.

وفي جزيرة حوار (خريطة رقم ١٠-٢)، تمتد مجموعة من التضاريس البنيوية المتمثلة في الجروف الساحية النشطة من منتصف الطرف الشمالي لخور مقطع البيضاوي باتجاه الشرق، حيث يبلغ طولها (٤,٥) كم دون انقطاع، تتجه هذه الجروف بجبهتها نحو الجنوب لتشرف على خور مقطع بارتفاعات تتراوح ما بين (٤ و ٦) م، ومما يميز هذه الجروف أنها تتجوف في بعض قطاعاتها، وتبرز على شكل آناف صخرية متقدمة فوق الجبهة في قطاعات أخرى.

تتفاوت هذه الجروف في بعدها عن الساحل، إذ تطل النشطة منها بشرفاتها في قطاعها الغربي على الجانب الشمالي لخور مقطع دون أن تترك حتى ولو شريطا ساحليا يمكن تمييزه، فيما تأخذ في الابتعاد عن الساحل كلما سرنا على طول محورها الشرقي، فتغدو جروفا خاملة، ويتسع معها الشريط السهلي الساحلي ليصبح أكثر وضوحا، حيث يتراوح عرضه ما بين (٠,٥) كم في أقصى القطاع الشرقي إلى (١) كم في القطاع الأوسط.



أما ظاهرة الجروف البنيوية التي تحتل الجزء الجنوبي الشرقي من جزيرة حوار، فتمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي مع انحراف نحو الجنوب في قطاعها الغربي، ويبلغ طولها (٣,٥) كم، وتتميز هذه الجروف بكثرة تعاريجها التي ترسم تجاويف مقعرة وحواف بارزة تستقبل الجهة الجنوبية في قطاعها الأوسط، وتستمر كذلك في قطاعها الجنوبي، ويتراوح ارتفاعها بين (٦-١٢) م، وتشاهد مثيلاتها على طول السواحل الغربية والشمالية لشبه جزيرة أبروق.

٢- السبخات:

ينتشر العديد من السبخات في الجزر القطرية، وتختلف في توزيعها بقدر ما تختلف في مساحاتها وتتباين في خصائصها وهي على نوعين:

* السبخات الساحلية. * السبخات الداخلية.

والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (١٠-٢)

أنواع السبخات ومساحاتها موزعة حسب الجزر القطرية

الجزيرة	السبخات الساحلية		السبخات الداخلية		المجموع	
	المساحة كم٢	٪	المساحة كم٢	٪	المساحة كم٢	٪
حوار	٠,٩٢	٤١,٤٤	٢,١٤	٨٠,٠٣	٣,٠٦	٦٢,٥٣
سواد الشمالية	٠,٢٥	١١,٢٦	-	-	٠,٢٥	٥,١١
سواد الجنوبية	٠,٤٩	٢٢,٠٧	٠,١١	٤,١١	٠,٦٠	١٢,٢٦
رباظ الشرقية	-	-	٠,٤٢	١٥,٧١	٠,٤٢	٨,٥٨
رباظ الغربية	٠,٥٦	٢٥,٢٣	-	-	٠,٥٦	١١,٤٤
شراعوه	-	-	٠,٠٠٤	٠,١٥	٠,٠٠٤	٠,٠٨
المجموع	٢,٢٢	٪١٠٠	٢,٦٧٤	٪١٠٠	٤,٨٩٤	١٠٠

(أ) السبخات الساحلية:

تتركز على طول سواحل أرخبيل جزر حوار، ولا وجود لها في جزر الترسيب أو جزيرة شراعوه، وهي بهذا تمثل (٢,٧٪) من مساحة جزر الأرخبيل، ويلاحظ أنها تشغل قطاعات من الساحل في أربع جزر فقط، فهي في جزيرة حوار تنتشر في بقع متناثرة، شريطية الامتداد، على طول الساحل الشرقي، ولا وجود لها على الساحل الغربي، وذلك لعدم توافر ظروف تكوينها، وتشغل ما نسبته (٤١,٤٤٪) من مجموع مساحة السبخات الساحلية، وحوالي (١,٥١٪) من مساحة الجزيرة، ولعل انتشارها على الساحل الشرقي يؤكد على مدى التطور الذي يشهده هذا الساحل رغم وجود قطاعات ما زالت تسودها عمليات النحت.

تظهر السبخات الساحلية كذلك في كل من جزر رباظ الغربية وسواد الشمالية والجنوبية، إذ تشغل في جزيرة رباظ الغربية الوسط والساحل الجنوبي الشرقي بنسبة (٢٣,٢٥٪)، في حين تمتد على شكل أشرطة خطية وتشغل قطاعات من سواحل جزيرة سواد الشمالية أهمها الأجزاء الشمالية الشرقية والغربية والجنوبية، وفي جزيرة سواد الجنوبية تشكل السبخات الساحلية (٢٢,٠٧٪)، وتتركز في الأطراف الشمالية الغربية وقطاع من الساحل الغربي وكل من الاتجاهين الجنوبي الغربي والجنوبي الشرقي.

تعود السبخات الساحلية بحكم حداثتها إلى عصر الهولوسين، وبهذا تنسجم في توزيعها مع قطاعات السواحل السهلية المنخفضة التي قد تصل في مناسيبها إلى مستوى سطح البحر عند الحواشي الخارجية، وإلى (٤) م عند الهوامش الداخلية كما هو الحال في جزيرة حوار وخاصة السبخة التي تقع في الخور رقم (١)، وتغطي أرضية السبخات رواسب من الطين المختلط بالدولومايت، وهي خصائص تطبعها بتصريف سيئ، وباقتراب مستوى المياه الباطنية من سطوحها مما يُبقي على رطوبة تكويناتها ولزوجتها.

(ب) السبخات الداخلية:

وتسمى بالقارية، وتقع بعيدا عن الساحل، وتمثلها السبخة الداخلية في جزيرة شراعوه، (خريطة رقم ١٠-٥) وتقع في الجزء الشمالي الأوسط من الجزيرة



عند المدخل الجنوبي للسان الصخري الممتد نحو الشرق، وتشغل هذه السبخة مساحة (٣٥٢٨) م٢، أي (٠,٠٠٤) كم٢، بنسبة (٠,١٥٪) من جملة مساحة السبخات الداخلية، وسبخة جزيرة رباظ، وسبختا جزيرة سواد، وسبخات جزيرة حوار، تشغل سبخة رباظ (٠,٤٢) كم٢ أي ما نسبته (١٥,٧١٪) من مجموع مساحة السبخات الداخلية، يغلفها من الخارج حزام دائري من الشواطئ الرملية القديمة لم يكتمل اتصالها، بل أبقت على ثغرة ضيقة تقع في الطرف الجنوبي الغربي، ما زالت تربط السبخة في علاقة مع مياه البحر، ولهذا تتسرب مياه المد العالي عبر هذه الفتحة فتغمر من السبخة ما دنا من البحر وتبقي على رطوبتها.

أما سبخات جزيرة حوار فتمتد على شكل حزام متقطع يجنح نحو الساحل الغربي ويقع في ظل الإطار الذي يمثل خط الشاطئ القديم، وتشغل مساحة تبلغ في حدود (٢,١٤) كم٢، أي بنسبة (٨٠,٠٣٪)، من مجموع مساحة السبخات القارية ومقارنة مع السبخات الساحلية فإن السبخات الداخلية تساوي حوالي (٢,٣) ضعفا، وتتراوح مناسيب السبخات التي تحيط بخور مقطع من الداخل ما بين (٢ و ٣) م فوق مستوى سطح البحر، في حين لا يتجاوز منسوب السبخات التي تقع إلى الجنوب منه مترا واحدا.

٣-الأحواض المغلقة (الخبْرات):

رغم أن الأحواض المغلقة هذه قليلة الأهمية قياسا بالظاهرات الأخرى، إلا أننا سنشير إليها بحكم أنها تمثل إحدى الأشكال المورفولوجية التي تميز سطوح الجزر القطرية، وهي عبارة عن خَبْرات: (جمع خبرة بفتح الخاء وتسكين الباء) تشكلت عند مستويات تفوق في ارتفاعها مناسيب السبخات، كان الباعث على تشكيلها كحفر تذرية Wind Blowouts في مناطق الصخور الرملية أو الحصوية فعل الرياح وعامل التكوين الصخري (**صلاح بحيري، ١٩٧٢، ص٤٧**)، وتتمثل في جزر حالول وشراعوه وحوار، وهي بذلك أشكال حديثة ظهرت في كنف الظروف الصحراوية، تتخذ هذه الأحواض أشكالا دائرية وأخرى طولية تتفق وامتداد الجزيرة الطولي بين الشمال والجنوب، وتقدر أبعاد الأحواض الصغيرة القريبة من الساحل الغربي لجزيرة حوار ما بين (١٠ و ٥٠)م، في حين تبلغ

أعماقهـا ما بين (٥, ٠ و ٧٥, ٠) م. أما الأحواض ذات الامتداد الطولـي فتتراوح أبعادها ما بين (٢٠٠ و ٧٥٠) م، ولا تزيد أعماقها على متر واحد فقط.

ويتبين من (خريطة رقم ١٠-٢) أنها تنتـشر في حزام مـتقطع على امـتداد الجزيرة وضمن حدود منتصفها الطولي، إلا أن هناك تركزا واضحا يتمثل في الجهة الشمـالية والشـرقية من جـبل حوار، وتنتـهي إليهـا مياه الأمطار والمسـل المائية، فتمتلىء بها الأحواض وتغطي مواطيها لأسابيع قبل أن تتبخر مخلفة فوق سطوحها التي أضحت منبـسطة تقريبا إرسابات تغلب عليـها العناصر الكلسيـة الطينية ذات الأملاح القليلة قياسـا بالسبخات، ولإرسابات الطين والغرين ذي الحبيـبات الدقيقة أهمية كبيرة، إذ تبطن أرضية الخبرات بطبقات كتيمة تمنع تسرب المياه نحو الباطن، وكثيرا ما تتعرض سطوحها لأشعـة الشمس والحرارة العالية مما يؤدي إلى تجفيفها، ومن ثم تشقق الآفاق العليا من إرساباتها التي تبـدأ في التكسر والتحول إلى فتات ناعم تسهل تذريته بفعل الرياح.

٤- المسل المائية:

تتميز مسل المناطق الصحراوية بأنها سيلية، يقتصر جريانها في موسم سقوط الأمطار، وهي قصيرة، ينتهي بعضها إلى أحواض داخلية، فيما يتجه بعضها الآخر صوب البـحر دون أن يبلغه وخاصـة إذا اعترضت مجـراه السبخات المنتـشرة على طول الساحل، وفي جزيرة حـالول تتفاوت قطاعات المسل المائية التي تتـمركز في الوسط تفاوتا واضحا فيما بينهـا على طول جوانب خطوط تقسيم المياه، فقطاعات المسل التي تسيل على الجانب الغربي أكثر انحـدارا وأقل طولا وأكثر تصابيا وشبابا من تلك التي تنحدر على الجـانب الشرقي والجنوبي من القبة الداخلـية، فهي من ناحية تسـتقبل الرياح الشمالية أو الشـمالية الغربية، وتجري من ناحـية ثانية وسط أرض تتمـيز بتـضرسـها الواضح وخـاصة في قطاعـاتها العليـا، في حين تتمـيز بالانحدار التـدريجي كلما هبطنا سطوح الهضـبة حتى نصل إلى منطقة سـهلية لا تستطيع المسل المائية مـعها مواصلة جريانهـا، فتعمل على تشكيل ما يمكن تسـمية بالمراوح الفيضية في هذه المناطق.



وفي جزيرة حوار تنتشر المسل السيلية الباهتة في معظم أجزائها، إلا أن هناك مسيلا واضح المعالم يقع في القسم الشمالي من الجزيرة، ومع ذلك لا يتجاوز طوله (٠,٥) كم، ويتراوح عمقه ما بين (١ و ٢)م، وقد يصل عرضه إلى حوالي (٣,٥) م، يتجه هذا المسيل صوب الخور رقم (١) الواقع إلى الغرب من مركز الشرطة، وتوجد إلى الجنوب الغربي منه بقايا منازل وخرائب تدل على أنها كانت مأهولة بصيادي الأسماك إبان فترات الاعتماد الكلي على البحر، وما عدا ذلك فإن الأمطار إذا هطلت فإنها تنساب عبر هذه المسل دون أن يكون لها أهمية تذكر.

٥- التلال والشواهد الصخرية وجبل حوار:

اتضح لنا أن سطوح الجزر القطرية تتفاوت في انحداراتها، واتجاهات هذا الانحدار، فمنها ما يتدرج في انحداره من الوسط باتجاه الأطراف أي نحو السواحل رغم اختلاف درجات الانحدار وتتمثل هذه الخصائص في جزر القباب الملحية، ومنها ما يتدرج في انحداره نحو الغرب أو الجنوب وينطبق هذا على جزيرتي حوار وأم خرورة على التوالي، وعلى هذا الأساس يمكن التمييز بين نوعين من التلال والشواهد والجبال وهي:

* التلال القبابية (البنيوية). * التلال الهضيبية والشواهد القممية.

(أ) التلال القبابية (البنيوية):

ترتبط أشكال هذه الظاهرة بالحركات التكتونية والتقببات الملحية، وتتركز في جزيرتي حالول وشراعوه الممثلتان للقباب الملحية، فمن قراءة وتحليل (خريطة رقم ١٠-٥) يتبين أن التلة القبابية التي ترتفع إلى أكثر من (١٠) م تتمركز في وسط الجزيرة، وقد تعرضت للتخفيض فبهتت معالمها وزالت إلى حد كبير فروقات الارتفاع بينها، فبانت على شكل هضيبة مستوية من الحماد الحجرية، التحمت مع الهوامش، إضافة إلى ذلك تمتد سلسلة تلالية وخاصة في القسم الجنوبي من جزيرة شراعوه، كانت تشكل جروفا ساحلية نشطة، إلا أن ابتعاد بعضها عن الساحل، وتعرضها لفعل الرياح أفقدها خصائصها كجروف ساحلية فغدت تلالا تعكس أثر التعرية الهوائية المتمثلة في الفجوات والتجاويف الجانبية، إضافة إلى بعض القور الواقعة في الجزء الشرقي من الجزيرة، وهي عبارة عن تلال شاهدة مخروطية

الشكل ما زالت بقيـة من الصخور الصلبة الواقيـة تحمي ما تحتهـا من صخور لينة وتتحدى فعل التعرية الهوائية.

وفي جزيرة حـالول راجع (الخريطة رقم ٨-٢) يختـلف الوضع تماما عـما شاهدناه في جزيرة شراعوه، من حـيث الارتفاع وأنماط التوزيع، تتركز في الوسط مع انحراف نحو الغرب التلة القبابية الرئيسة التي تبدو حاليا على شكل هضبة شبه مستوية تمتد عرضيا (بين الشرق والغرب) في حدود (٠,٥) كم، تعلوها قمة يصل ارتفاعها إلى (٥٦) م، وتتميز بانحدارات تبدو أنهـا غير متكافئة؛ فالجانب الشرقي قبابي الانحـدار، أما الجانب الغرب فمـخروطي الانحدار، لذا جمـعت خصائص الشكلين فاضحت من التلال القبابية المخروطية.

تتناثر حول التلة الرئيسة مجموعة تلال صغيرة مزقتها المسل السيلية إلى تلال انفرادية (منعزلة) يلاحظها المعـتلي لقمة القبة المركزية منتصبـة وسط منطقة سهلية، تبلغ قيـمة التضـاريس المحلية بينهمـا حوالي (٨) م، في حين تتفـاوت التلال في ارتفاعاتها، فالتـلال الثلاثة الواقعة إلى الشرق متناسقة تقـريبا في أشكالها وأبعادها ومساحـاتها وارتفاعاتها التي تبلـغ (٢٤) م، ولكنها تتفاوت في مدى اقـترابها من الساحل أو ابتـعادها عنه، تماثلهما التلتـان الواقعتان إلى الشـمال وإلى الجنوب من التلة الرئيسة من حيث الارتفاع، وتختلفان من حـيث الحجم والامتداد، فالشمالية صغيرة ترتكز على محور شمالي - جنوبي، وتشبه المثلث في شكلها، يطل برأسه على الجهة الشمالية وتواجه قاعدته الجنوب.

أما أوجـه الاختلاف بالنسبـة للتلة الجنوبية فيـتمثل في امتـدادها العرضي، وكـأنها تزامـنت مع التلة الرئيـسة وسـايرت امـتدادها مع الـفارق في مـدى هذا الامتـداد، كمـا تعتليهـا قمـة تجنح في تركزها ناحـية الغرب وترتفـع إلى حوالي (٣٢)م، ويؤكـد هذا الجنوح على ما ذكـرناه سابقـا من أن الجانب الغـربي للقـبة المركزية وسطـح الجزيرة عامـة ينحدر انحـدارا شديدا نحو الغـرب ولطيفـا صوب الشرق، وهناك تلة أخرى تقع خارج نطاق التلة الرئيسة وإلى الشمال الغربي منها، حيث تقترب من السـاحل، وترتفع نحوا من (١٦) م، ويلاحظ أن بعض قطاعات سلسلة الجروف الساحلية أضحت في منأى عن فعل حـركة المياه البحرية، وخاصة



في الجنوب الغربي والغرب، مما يحتم علينا ضمها إلى مجموعة التلال البنيوية بعد أن فقدت كل أسباب التعامل مع البحر، وخضعت لفعل التعرية الهوائية التي طبعت بصماتها عليها بشكل واضح.

(ب) السلاسل التلالية والشواهد القممية وجبل حوار:

سيتم استبعاد جزر الترسيب لعدم احتواء سطوحها على مثل هذه الظاهرات، والتركيز على الجزر الصخرية التي تضم من ظاهرة التلال ما يدفعنا إلى إعطائها شيئا من التفصيل:

في جزيرة **أم خرورة** تتمثل ظاهرة التلال في الجزء الشمالي وفي وسط الغرب، فالتلال الواقعة بمحاذاة الساحل الشمالي الشرقي ترتكز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وتتميز بسطح هضبي منبسط، تعلوها قمتان عند طرفي المحور ترتفعان (١١) م فوق مستوى سطح البحر، ونعتلي منهما باتجاه الوسط تلة شاهدة يبدو أن تكويناتها أكثر صلابة وبالتالي أقدر على مقاومة فعل التعرية الهوائية، فانتصبت في شكلها المخروطي على ارتفاع (١٣) م، أما التلة الواقعة في وسط الغرب فتمتد بين الشمال والجنوب مع انحراف نحو الشرق عند طرفها الشمالي، وهي أصغر حجما وأقل ارتفاعا من التلال الشمالية، حيث يبلغ ارتفاع قمتها المتمركزة في وسط النصف الشمالي (٩) م فوق مستوى سطح البحر.

وفي **جزيرة حوار** تتباين التلال فيما بينها، إذ تتمثل فيها نماذج من السلاسل التلالية والتلال ذات القمم المستوية، والتلال الشاهدة كالقور والكدوات، وأنموذجا جبليا يطلق عليه جبل حوار، **فالسلاسل التلالية**: من أهم المظاهر المورفولوجية في جزيرة حوار، وتتمثل **أولا**: في اللسان الصخري الواقع إلى الشمال من خور مقطع والمتجه نحو الشرق، وتشكل سلسلة متصلة من جدار جرفي يمتد لأكثر من (٣)كم، بمحاذاة الساحل الجنوبي للسان، تفصله عن البحر إرسابات رملية حديثة، تتفاوت في اتساعها بين (١٠٠) م عند نهاية السلسلة من جهة الشرق و (١,١) كم مع بداية انطلاق السلسلة من جهة الغرب، تتميز هذه السلسلة بتعرجاتها الواضحة، إذ تجنح تارة نحو البحر دون أن تلامس سيفه، وتميل تارة أخرى صوب اليابس دون أن تتوغل فيه، وهي بهذا تتفاوت في ارتفاعاتها، إذ تتفق في بعض حلقاتها

وخطوط الارتفاعات التي تتراوح ما بين (٢ و ٤)م كحد أدنى، وتساير في حلقات أخرى وخاصة الجانب المواجه ليابس الجزيرة خط ارتفاع (٦) م كحد أعلى.

وتتمثل **ثانيا**: في اللسان الصخري الذي يقع إلى الجنوب من خور رقم ٣ في القسم الجنوبي من جزيرة حوار، وهي عبارة عن سلسلة جرفية متعرجة من التلال كمثيلتها السابقة، إلا أننا نلاحظ - إذا عقدنا مقارنة بينهما - كثيرا من أوجه الاختلاف، فالثانية تمتد من منتصف الساحل الجنوبي للخور رقم ٣ باتجاه الجنوب فالجنوب الغربي ثم الجنوب مرة أخرى لمسافة (٣,٥) كم، وتبتعد في بدايتها عن رأس اللسان الصخري في خط مستقيم نحو الغرب بحوالي (٠,٧) كم ويفصلها عن خط الساحل في قطاعيها الأوسط والجنوبي شريط من الإرسابات الرملية الحديثة يبلغ اتساعه في حدود (٠,٣) كم، وتتفق شرفاتها ومؤخراتها مع خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٤ و ٨) م، تعتليها تلال قممية في الوسط مخروطية الشكل وقد يتميز بعضها بقبابيته كما هو الحال في شبه جزيرة أبروق ومنطقتي الخور والذخيرة تبلغ ارتفاعاتها ما بين (١١ و ١٣) م.

أما التلال الهضيبية: (ذات القمم المستوية) فتشاهد إلى الشمال الغربي من خور رقم ١، وحول مدخل خور مقطع وإلى الجنوب الشرقي من جبل حوار، وإلى الشرق من السلسلة التلالية الجنوبية، وهي جميعا مستوية السطح، تبدو وكأنها هضيبات صغيرة (ميزا Mesa)، تعلوها بعض القمم التي تتراوح ما بين (٥ و ٩) م بالنسبة للتلال الشمالية، وما بين (٩ و ١٢)م بالنسبة للتلال الجنوبية، ورغم بروز هذه القمم إلا أنها لا تمثل فارقا تضاريسيا يلغي خصائص الاستواء. كما يتميز بعضها بجوانب جرفية الحواف، أي أن جوانبها تبدو على شكل سفوح مقعرة، تغطي قواعدها ركامات انهالت عليها بفعل عمليات التعرية الهوائية، وبعضها الآخر قبابية الجوانب، محدبة السفوح. **أما التلال الشاهدة** فهي صغيرة الحجم تبدو على شكل قور أو كدوات تلازم السلاسل التلالية، وتمثل في نفس الوقت مخلفات صخرية تدل على أن السلسلة الجرفية مرت بمراحل تطورية عديدة أثناء تراجعها.

يعتبر جبل حوار من الظاهرات الجيومورفولوجية البارزة في جزيرة حوار، وهو مرتفع صخري يتفق وخط عرض (٣٠ ٣٨َ ٢٥ْ) شمالا، وخط طول (٣٠ ٤٥َ ٥٠ْ)



شرقا، ويرتكز على محور شمـالي شمالي شرقي - جنوبي جنوبي غربي بطول يبلغ (٠,٧٥) كم، وبعرض لا يتجـاوز أقصاه (٢٠٠) ، ويمتد سطحـه لمسافة (٧٥) م، ولهذا يبدو على شكل هضـبة ضيقة، تعلوه قـمة تقع في النصف الجنوبي ترتفع إلى حوالي (١٩) م، لذا يبلغ التضرس المحلي ما بين (١١ و ١٣) م، ويلاحظ أن جوانبه غير متكافـئة في انحداراتها، فانحداره صوب الغـرب لا يتجاوز (٣٠°)، في حين قد يصل نحـو الشرق إلى أكـثـر من (٧٥°)، وربما يعزى ذلك لأمـرين **الأول**: تقارب خطوط الارتفاعات المتساوية على امتداد هذا الجانب، **والثاني**: امتداد منطقة حوضية لصيقة لجانبـه الشرقي ومحاذية له، تتألف أرضيتها من الطمي والغـرين ذي الحبيبات الدقيقة، مما يوحي بأن مسلا سيلية تنساب على هذا الجانب، فتنحت صخوره - من جانب - وتلقي بالرواسب فوق أرضية المنـخفض، وتعمل - من جانب آخر - على تقطع الجبهة الشرقية وتضرسها وشدة انحدارها.

٦- الأشكال الرملية:

وهي إحدى أهم الظاهرات الـتضاريسيـة الصحراويـة، ما دامت الرياح تمثل العامل الجيومـورفولوجي السائد في المنطقة عامة، لذا يمكن التـمييز بين نمطين من الأنماط التوزيعية للأشكال الرملية:

* الترسبات الرملية.
* النبكات (الكثبان الرملية الصغيرة).

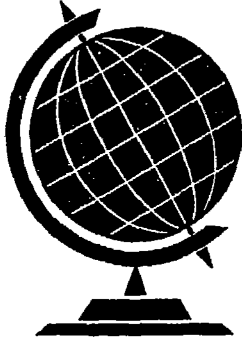
(أ) الترسبات الرملية:

وتندرج تحتها أنماط الأغشية الرملية التي تتميـز ببساطة مورفولوجيتها المتمثلة في السطوح المستـوية أو ذات التموج القليل، وتتـدرج ابتداء من الساحل بأغشـية رملية تزيد فيهـا نسبة المواد الكلسية، تحل محلهـا نحو الداخل العناصر الكوارتزية إلى أن نشرف على الأحـواض الزراعية التي تختلط فـيها الرمال مع التـربة الطينية السلتيـة الناعمة، ومع هذا التـدرج تقل نسبة الـعناصر العضـوية ويتناقص سمك الأغشيـة الرملية، ويتمثل هذا النمط التوزيعي فـي معظم إن لم يكن في كل الجزر القطرية، ومثاله النموذجي يشاهد في جزيرة حوار، ويخيل إلى أن للرياح الشمالية الغـربية أو الغـربية دورا أسـاسيـا في تحريك ونقل الرمـال، ومن ثم إرسابهـا في الأحواض الصحراوية أو على جوانب المسل وفي قيعانها.

(ب) النبكات: (الكثبان الرملية الصغيرة)

النبكات أو النبك (مـفردها نبكة) وهي عبـارة عن كومات من الرمـال تعمل الرياح على تجميعها في كنف الشجيرات الصحراوية، أي على الجوانب الواقعة في منصرف الريح منه، وتتخذ شكل مثلث متسـاوي الساقين يشير رأسه الإسفيني إلى اتجاه منصرف الريح، وأفـضل بيئة للنبكات هي المنخفضات الصـحراوية التي تنمو فيها الكثيـر من الشجيرات، هذه الشجيرات تعمل بدورها عـلى إعاقة حركة الريح السفلية المحملة بالرمال مما يضطرها إلى إلقاء حمولتها وإرسابها خلف العائق النباتي الذي يعتبر أكثر شيوعـا وانتشارا من العوائق الصخرية. والنبكات في الجزر القطرية على نوعين: نوع مـتجدد قـد تزيل الرياح الأجزاء العلـيا منه، وتبقـى على الجزء السفلي (جـسم النبك) بسبب ارتبـاطه برطوبة الأرض الناتجة عـن الأمطار أو المياه الصاعدة من التربة، ويتمثل هذا النمط في المواقع الداخلية وخاصة إلى الجنوب من خور مـقطع في جـزيرة حوار، ونوع آخـر ليس له علاقـة بالرطوبة، بمعنى أنه لا يتماسك بالرطوبة، وإنما هو كثبان متحركة ضمن حدود المنخفض وتنتشر في القسم الجنوبي من جزيرة حوار والأجزاء الجنوبية الشرقية من جزيرة شراعوه.





الخاتمة والتوصيات

أولا: الخصائص العامة

الباب الأول: شبه جزيرة قطر

لئن دعت موضوعية البحث مرة إلى استقراء وتحري شخصية «الأرض التي عليها دولة قطر»، فإنها تدعو وتلح في أخرى إلى التعرف على انعكاسات هذه الشخصية وآثارها على مصادر الثروة الطبيعية وموارد المياه، وتوزيع السكان ومتسوطناتهم، ومظاهر نشاطهم، ومجالات تطورهم، ويظهر ذلك جليا من واقع استكشاف وتحديد الضوابط الجغرافية التي بنيت وشُيِّدَت عليها هذه الشخصية، وما تحقق من نتائج في مجال صياغة هذه المظاهر، ولعل من أبرز هذه الضوابط:

١- شكل شبه جزيرة قطر. ٢- موقع شبه جزيرة قطر.

٣- مساحة شبه جزيرة قطر.

فقطر كشبه جزيرة تبرز على شكل نتوء صخري من وسط الساحل الشرقي لجزيرة العرب، وتنغمس في مياه الخليج العربي مرتكزة على محور طولى شمالي - جنوبي، لا يتعدى في حده الأقصى (١٨٨) كم، بينما قد تصل المسافة بين الساحلين الشرقي والغربي في خط مستقيم إلى (٨٠) كم، هذا النتوء الصخري يتفاوت في طبوغرافيته، إذ نستطيع أن نفرق بحاسة جغرافية في مناسيب السطح بين الأوْهُد التي تنخفض إلى (-٥) أمتار عن مستوى سطح البحر، وبين الأنْجُد التي ترتفع إلى أكثر من (١٠٠) متر، ومع هذا فإن المناطق التي تزيد ارتفاعاتها على (٨٠) مترا لا تشكل سوى (١٪) فقط، لذا تعتبر شبه جزيرة قطر من الأراضي ذات السطح المنخفض، وتشير الدراسة إلى أن السطح يأخذ في الارتفاع التدريجي وتزايد درجات الانحدار من الشرق والشمال الشرقي باتجاه الغرب والجنوب الغربي راجع (شكل ١-١٢)، وينسجم هذا النمط مع الارتفاعات والتضاريس الموضعية التي تتراوح بين (١٠، ٩١) مترا، وعليه قسمت قطر إلى خمس وحدات جغرافية طبيعية لكل سماته ومميزاته.

وفي امتدادها القصيّ شرق اليابس العـربي مدعاة لاعتبارها جيولوجيا منطقة من الساحل الإرسابي وجزءا من الرفرف العـربي (الرصيف المتحرك)، كل ذلك حدد علاقاتها ووثّقها بالبحر القديم أثناء طغيانه وانحساره، فتميزت عن بقية أجزاء الساحل الشرقي لجزيرة العـرب بسمات وخصائص، أدت إلى درجة من التبـاين والتفاوت في سمك الـرواسب البحرية وتـوزيعها، فـبينمـا يبلغ أقصى سـمك لرواسب الإيوسين الأدنى والأوسط كلمـا تقـدمنا نحو الجنوب الغـربي لشـبه جـزيرة قطر ليـصل إلى (١١٠)م، فإن سمك هذه الرواسب يـقل بالاتجاه غربا في المملكة العربيـة السعودية، حيث لا يتجاوز (٥٦) مترا، في حين يبلغ سمكها في البحرين حوالي (٦٧) مترا.

وتكاد هذه الإرسابات تغطي في توزيعـها الأفقي مـعظم سطح قطر، تماثلها في ذلك جزيرة البحرين، بينما لا تغطي إلا نسـبة ضئيلة من سطح المملكة العربية السعوديـة قياسا لمساحـة كل منها، يستثنـى من ذلك بعض الهوامش والمناطق التي كانت تشكل آنذاك مخاضات Shallows غمرها البحر الميوسـيني والبلايستوسيني، فخصها بإرسـابات أكسبت السطح القطري إثر الحركات التكتونية الأفـقية والرأسية واقعـا بنيويا مـوجبا وآخـر سالبا، فـالموجب من السطح Affirmative الذي تمثله الحدبات Convexities والقباب Domes يحتضن مكامن البترول، ويختزن العذب من الميـاه الجـوفـيـة، والسـالب Negative الذي ينحـصـر فـي نمط المقـعـرات Concavities، والمنخفضات Depressions، والخبراوات والأحواض، يكشف عن فوائد لا يمكن إغفالـها، لكونها تمثل أحواض تجميع لمياه الأمـطار، ومصدر تغذية للخزان الجوفي، ومناطق الزراعة الرئيسة في قطر.

فإن كان هناك بعض التباين في مورفولوجية الأراضي القطرية، فنعزوه إلى التركيب الجيولوجي وخصائص تتابعاته وتوزيعه وعلاقته بالحركات التكتونية وعامل المناخ وحركـة مياه البحـر، هذه الضوابط طبعت سطح قـطر بأشكال تفاوتت بين البحري منهـا كالجروف والرؤوس والألسنة والتداخلات والسبـخات، وبين القاري كالتلال والهـضاب والقور والأحواض والرمال بأنماطها والأمـسلة المائية التي يشكل بعضها نمطا من التصريف الخارجي، ويتجه بعضها الآخر صوب المنخفضات ليمثل تصريفا مركزيا (داخليا) Internal.

ولا يفوتنا أن نشير إلى ما لامتداد شبه جزيرة قطر داخل مياه الخليج العربي من شأن في الأحوال المناخية، إذ حقق لها هذا الامتداد إمكانية تصيد كل من الرياح الشمالية والشمالية الغربية المصاحبة لمنخفضات المتوسط، وتلك التي تغزو البلاد في مقدمتها، فتجلب لها الأمطار الشتوية، ناهيك عن أثر تيارات الحمل ذات العلاقة بالأمطار الانقلابية (الرعدية)، فهذه الأمطار تعتبر فضلة ما تجود به هذه المنخفضات لأنها تزور قطر غبا، ومع ذلك ينعم بها الشمال دون الجنوب، باقتران فعاليتها بتركز معظم مناطق الزراعة والمراكز العمرانية وخزانات المياه الجوفية العذبة، فحظي الشمال بالتطور، وناله قسط وافر من التعمير ساعده في ذلك مجموعة من العناصر يمكن إجمالها في التالي:

١- مواجهته للمؤثرات البحرية القادمة من الشمال أو الشمال الغربي، وما لها من انعكاسات على تلطيف الجو وخفض درجات الحرارة من ناحية، وعلى كونها تتفاعل مع الجبهات الدافئة فتسبب في سقوط أمطار تبدو مرتفعة في معدلاتها وكمياتها، غزيرة في نوباتها، شاملة في فعاليتها من ناحية ثانية.

٢- اقترن هذا الجانب بما له من الإيجابيات بوفرة المياه الجوفية واقتراب مناسيبها من مستوى سطح الأرض.

٣- تركز العديد من الروضات والمنخفضات ذات التربات الصالحة للزراعة.

٤- امتداد الساحل وكثرة التداخلات والتعاريج فيه، جعلت منه ملجأ وملاذا طبيعيا لهم، ومركز انطلاق نحو البحر لاستغلال ثرواته الطبيعية.

٥- كان لهذا الامتداد وما يعج به من تجمعات سكانية علاقات إقليمية وطيدة وما تزال مع كل من البحرين والساحل الشرقي لجزيرة العرب.

تحكم التربة في قطر مجموعة عوامل ساهمت في تشكيلها، ومع ذلك لم تزل ترباتها غير ناضجة إلا ما ندر، وهذا النادر من التربات القطرية تمثله الرواسب الطميية والسلتية والرملية، وتعتبر ذات إمكانيات جيدة وموردا متاحا، فكشفت بالممارسة عن قدراتها في الإنتاج والعطاء، فغدت قطب الإنتاج الزراعي، ويتحقق ذلك في مناطق الروضات التي تنتشر بكثرة في النصف الشمالي، دعم استغلالها



توافر المياه الجوفية العذبة، وهناك من التربات ما يغلب على قوامها الطابع الرملي أو الملحي، ويحتاج هذا النوع إلي مـعالجات خاصة ووافر من الميـاه وأنواع محددة من الزروع، ومنها ما نطلق عليه تربات هيكلية (لا طبقـية) وهي حجرية القوام، خشنة النسيج، تفتقر إلى مقطع رأسي كامل النمو، وتشكل (٨٨٪) من مساحة قطر.

يتأثر النبات الطبيعي بعوامل طبيعية وأخـرى بشرية، وقد يتبادر إلى الأذهان أن قطر تخلو من النبـات الطبيعي، بحكم أنهـا مدارية الموقع صحـراوية المناخ وما يترتب عليه، بـيد أن بها وفق الدراسات الحديثـة ما يربو على (٣٠٠) نوع، تندرج تحت عـدد من الأجناس النباتيـة يزيد على (٢٠٠)، وجـميـعهـا ينتظم في (٥٦) فصـيلة، ولهذا تـباينت الأنواع، واخـتلفت الأجناس، وتفاوتت العـائلات، فكان تصنيفها متوافقا مع توزيعها المكاني لارتباطها بخصائص هذا المكان أو ذاك، باستثناء مجموعتين صنفتا على أساس سيادة النوع، فخرجنا بست مجموعات نباتية.

والنبات في قطر يشغل الساحل بسبخاته ورمـاله، تميزه مواصفات معينة في تحمل الملوحـة أو تزايد نسبة كـربونات الكالسيـوم، وأخرى تفضل نطاق الكثـبان الرملية وخاصة القرنين، وأنواع وجدت مندوحتـها في الروضات فتوطنت فيها إثر توافر شروط نموهـا، وعموما يتمـيز الكساء النباتي بأشـجار وأعشاب وشـجيرات حولية أو دائمـة ذات أهمية اقتصادية، فـهي غذاء للحيوانات الهائمـة في صحراء قطر من إبل وأغنام وماعز، ومنها ما يـأكل الأهالي أوراقه خضراء أو عندما يجف أو يطبخونه، وقد يسـتخدمونه في حشو الوسـائد أو حطبا للوقود، أو في تنظيف الأوعية، وفي علاج بعض الأمراض كالمغص والإمساك والحمى.

وكان لندرة المياه الجوية والسطحية أن أصبحت المياه الجوفية المصدر الأساسي لأشكال الحياة وأنواعها في قطر، وهي كعنصر بيئي طبيعي، لها علاقاتها العضوية بالتراكيب الجـيولوجية وخصـائص تتابعاتها وليثـولوجيتها، وطبوغـرافية الأرض، وبالظروف المناخيـة للمكان، وإن كنا قد عالجنا المـياه الجوفيـة في الإطار الأكاديمي للأرض التي عليها دولة قطر، فـإن مشكلاتها من صميم التطبيق الجـغرافي للنتائج الطبيـعية، إذ تتوافـر المياه الجوفيـة العذبة ويمكن استغـلالها في تكوينات الإيوسين الأدنى والأوسط، حـيث تتجـمع عدسـاتها ضـمن الحجر الجـيري والدولومـايت

(تكوين الرس) الذي تظهـر مطالعه في الجزء الشـمالي الغربي من الدوحـة، ويمتد من خط عرض الخور في الشمال حتى أم صلال في الجنوب، وقد قدرت الكميات المخزونة في الحوض الشمـالي في عام ١٩٧١ بحوالي (٢٥٤٠) مليون م٣، وبيَّنت الدراسة بعد استنـزاف لها دام (٢١) عاما مع الوضع في الاعتبار حـجم التغذية أن صافي المخزون حتى الفترة (٩١/ ٩٢) بلغ (١٦٠٨,٣٩) مليون م٣، وهذا يعني أن الكميـة المتاحة سـتنضب بعد (٣٦) عامـا إذا استمر مـعدل العجـز السنوي البالغ (٤٤,٣٦) مليون م٣، والله أعلم.

وحيال ذلك نرى انطلاقـا من قوله تعالى: ﴿أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾ أَأَنتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنزِلُونَ ﴿٦٩﴾ لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلا تَشْكُرُونَ ﴿٧٠﴾﴾ [الواقعة]، وقوله: ﴿هُوَ الَّذِي أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾﴾ [النحل]، أن نعرض بعض المقترحات والتوصـيات في الكيفية التي - إذا ما اتبعناها - يمكننا الحفـاظ على البقية من المياه الجوفية بزيادة حـجمها، أو التقليل من أخطار تعرضها للملوحة والتلوث:

١- العمل على حصر عدد الآبار العاملة في كل مزرعة.

٢- استصدار قانون يمنع بموجبه حفر الآبار إلا بترخيص مسبق من الجهات المسؤولة وحسب الحاجة.

٣- تركيب عـدادات للمياه على كل بئر، وتحـديد كميات الميـاه المستخرجـة بقدر يتناسب مع نوعية المحاصيل وحاجتها.

٤- اتباع أساليب الري الحديثة والتأكيـد عليها والالتزام بها، وأخص منها «التنقيط أو الرش».

٥- أن يتحـمل الإعلام الزراعي تبعة الـتوعية وإرشـاد المزارعين وذوي الشأن إلى ضرورة اتباع التعليمات والترشيد في استخدام المياه للحفاظ عليها من التدهور والتلوث، وحماية التربة من التملح.

٦- إغلاق الآبار التـي تملحت مياههـا أو أوشكت على ذلك لمدد قـد تتراوح بين (٧-١٠) سنوات، اعتـمادا على المعاييـر التي أوردناها عند دراسة احتـمالات سقوط الأمطار وهي مدة كافية لتعوض الآبار ما فقدته، وتجدد ما استنزفته.

٧- تعميم آبار التغـذية لتشمل تجمعات الميـاه ومناطق الزراعة، فنكون قد اصطدنا لاأقول عصفورين وإنما رفا من العصافـير بحجر واحد، حافظنا على المياه من الضـياع عن طريق التـبخـر أو من التلوث، حمـاية المزارع من أن تتأثر بمـياه السيـول، زيادة حجم المخزون من المياه العـذبة، الحد من تفاقم حـدة ملوحة المياه في الآبار، ارتفـاع منسوب المياه الجـوفية يمنع تسـرب مياه البحـر المالحة صوب اليابسة ويدرأ عنها أخطار التدهور والتلوث.

٨- ولكي نحمي مياه آبارنا من غيض المخلفات والعوادم والنفايات بعد ترميدها أو دفنهـا بطريقـة صـحيـة Sanitary Landfill نتـبع الخطوات التاليـة، الأولى إحتراسـية مبنية على عـلم مسبق بمطرح المخلفات والنفـايات وبالآبار التي قد تتأثر به، فيتم حفر آبار مراقبـة على طول الخط الفاصل بينهما، والثانية إجراء الفحوص الكيميائية المخبرية، وتحديد اتجاه ومقدار انحدار سطح المياه الجوفية، وبناء عليه يمكن منع أو وقف حـركة غيض المخلفات تجاه البـئر، بإحلال آبار تغذية أو إنشاء تجمعات للمياه العذبة بمخروط عكسي.

الباب الثاني: الجزر القطرية

تتخذ الجزر القطرية الاتجاه الشمالي - الجنوبي وخاصة تلك الملاصقة للساحل القطري كأرخبيل جـزر حوار، وهي متفقة مع القوس القطري وتشـغل مساحة تبلغ (٨٧,٨٦١) كم٢، تنتشر فوق رقعة من مياه قطر الإقليمية قدرت مساحتها السطحية بحوالي (١٠٤٣٤)كم٢، وتتـميز **مياه قطر الإقليمية** بخصائص تـتمثل في تزايد الأعـماق بعـيدا عن خط السـاحل فقـد تصل إلى (-٤٥) م شمـال غرب جـزيرة حالول، وقد تتراوح ما بين (-١، -٥)م حول أرخبيل جزر حوار، تخالف الأعماق في هذا التدرج ملوحة الميـاه السطحية، وتتناسب معها عكسـيا، إذ تقل الملوحة في المناطق العميـقة (حول جزيرتي حـالول وشراعوه) فتبلغ (٢٤) جـزء/المليون، وقد تصل إلى (٣٢) جزء/ المليـون في خليج سلوى متأثرة بمحدودية المسـاحة، وارتفاع درجة حـرارة مياهه السطحـية وبالتـالي يتعـرض لعـمليات بخر شـديدة بخلاف الخليج العربي.



ولحركة المياه في الخليج آثارها على الساحل القطري وبعض نشاطات السكان، إذ تعمل من جانب على تشكيل خط الساحل بظاهرات جيومورفولوجية متعددة ومتنوعة نمطا وشكلا، وتساعد في مزاولة أعداد كبيرة من السكان هواية ولا أقول حرفة الصيد البحري بطريقة الحظائر أو المساكر، وتساعد في أخرى على تلطيف الجو أو زيادة درجات الحرارة والرطوبة، ولعل الرفرف القاري القطري الذي يتميز برقة المياه فيه يعتبر جزءا من اليابس وقت الجزر، ومن الماء وقت المد، ويضم معظم الجزر القطرية، وتنتشر فوق أرضيته الفشوت والشطوط الرملية والشعاب المرجانية، وفي المنطقة الساحلية جنوب دخان تسود إرسابات طينية، وقد تبين أن انحدارات الرفرف القاري على طول القطاع بين مصب الزيت وفشت العريف تتناسب طرديا مع الاقتراب من خط الساحل وعكسيا مع الابتعاد عنه، ولا تزيد على (١,٢ درجة، يختلف خط الساحل وأعماق (-١٠) م، حيث بلغت (٣,٤) درجة، ومع ذلك تعتبر أكثرها اتساعا وتعرضا لظاهرة الإرساب بمعيار خطوط الأعماق.

يلعب الرفرف القاري بخصائصه الطبيعية وظاهراته المورفولوجية دورا هاما في الكشف أولا عن انتماء أرضه بما عليها، وانسجامه وإياها والخصائص الطبوغرافية التي تطبع الجانب المقابل له على اليابس القطري، وأنها تحدد ثانيا اتجاهات وحركة المياه البحرية، وتحمي بعض الموانئ من عمليات الإرساب وآثار الرياح، وأن مياهه ثالثا تتميز بثروة سمكية هائلة، وفي قطاعاته التي تضم هيارات اللؤلؤ ومغاصاته، وفي خزانات بتروله وغازه الطبيعي وخام كبريته اللاتي تحتويها إرساباته.

والجزر القطرية تنقسم - وفق موقعها من شبه جزيرة قطر - إلى ثلاث مجموعات تتفاوت في أبعادها وأشكالها وخصائصها الطبوغرافية ومقارنة رقمية بين مجموعات الجزر تبرز لنا بعض سماتها:

١- جزر الساحل الغربي تحظى بالنصيب الأكبر من المساحة (٩٢,٦٪) من مجموعة مساحة الجزر، (٠,٧٪) من مساحة شبه جزيرة قطر.

٢- تقدر نسبة أطوال سواحل جزر الساحل الغربي بحوالي (٧٢,٧٪) من مجموع أطوال سواحل الجزر، (١٤,٩٪) من أطوال السواحل القطرية، وبهذا تبلغ أكثر من (٢,٧) ضعفا قدر سواحل الجزر الشرقية والشمالية.

٣- مساحة جزر الساحل الشرقي والشمالي تتراوح بين (١,٥، ٨,٠) كم٢، أما مساحة أكبر جزر الساحل الغربي فتبلغ (٦٠,٨) كم٢.

٤- تشكل جزر الساحل الغربي النهاية الغربية لليابس القطري ممثلا في قبتها الرئيسة وحدبة دخان، بينما تتأرجح جزر الساحل الشرقي بين الطابع الإرسابي (العالية والسافلية)، تماثلها جزر الساحل الشمالي، والتقببات الملحية (حالول وشراعوه)، والأذرع الصخرية لليابس القطري ممثلة في جزيرات الأسحاط والبشيرية.

٥- تتجمع جزر الساحل الغرب يحول جزيرة حوار الأم في قطع نصف دائري، يحتضنها جميعا الساحل الغربي لقطر ممثلا في شبه جزيرة أبروق، وتقع ضمن مساحة لا تزيد رقعتها على (١٢٤) كم٢، فيما تتناثر جزر الساحل الشرقي فوق مساحة سطحية قدرت بأكثر من (١٠) آلاف كم٢.

تميز السطح في جزر الساحل الشرقي ارتفاعات قد تصل إلى (٥٦) م في حالول، ولا تزيد على (١٢) م في شراعوه، (٣) م في جزيرتي العالية والسافلية، وينفرد بوحدات جغرافية طبيعية ممثلة بسهولها الساحلية والهامشية الداخلية التي تعج بتلال قبابية مستعرضة وأخريات منعزلة، أما طبوغرافية جزر الساحل الغربي، فتميزها سهول ساحلية ضيقة لا يزيد اتساعها على (٢,٦) كم بحكم امتدادها الطولي، وتتدرج الارتفاعات فيها من (٢) م على الساحل حتى أعلى نقطة في جبل حوار (١٩) م.

يبدو أن معظم الصخور التي تشكل ظاهر الجزر القطرية تنتمي جيولوجيا إلى الأنواع الرسوبية شأنها في ذلك شأن شبه جزيرة قطر، ولا ترجع إلى أبعد من الزمن الثالث، وقوامها الحجر الجيري والدولومايت وإرسابات طينية وسلتية، وتجمعات رملية هوائية، أما جزر القباب الملحية (حالول وشراعوه) فتظهر فيها صخور اندفاعية متداخلة على شكل اندساسات رايوليتية وأندسيتية، وتنتمي للزمن الجيولوجي الأول، ولا تخلوان من الإرسابات الحديثة.

وقد تأثرت هذه الإرسابات بالحركات التكتونية، فبرزت جزرا اتخذت وضعا بنائيا يتفق والقوس القطري (جزر حوار)، أو تمثل ذراعا لليابس هبط ما بينهما

(جزيرات الأسحـاط)، أو أنها عبارة عن نتوءات صخـرية مرجانية تجمعت فـوقها ومن حولهـا إرسابات رمليـة وكلسيـة ساعدها فـي ذلك رقة المياه وضحولتـها، وطمست معالم النتوءات فغدت وكأنها جزر أو حواجز إرسابية.

وعلى ضوء نشـأة الجزر وتطورها قمنا حـال دراستنا لجيـومورفولـوجيتـها بتصنيـفها إلى مجـموعات ثلاث (الصخـرية والملحية والترسـيبية)، ولـهذه الجزر خصائصها المورفولوجية، ومع ذلك اقتصرت دراستنا على أرخبيل جزر حوار؛ لأن جزره معنية بهـا من جانب، ولأنها تكفل بظاهراتها وأشكالها مـا تبرر به الاهتمام بها وإفـراد دراسة لها، والإسهـاب في التعريف بها من جـانب آخر (وأخص منه جزيرة حوار)، إذ تشكلت على سطحها أنواع متبـاينة، سمح تعددها بتصنيفها إلى ستة أشكال.

فالساحلي منهـا تمثله تداخلات مائية كالخلجـان والدوحات والأخوار ذوات الأصول البنيـوية، تسودها إرسابات تشكلت إثرها شطوط وألسنة وشـواطئ رملية وتميزها بحيـرات شاطئية بقنواتهـا التي تتخذ نمطا شجريا ودلتـاواتها التي تشكلت نتيجة التـقاء المياه المتعاكسـة في حركتها الأفقيـة، وهناك أشكال النحت البحري، وهي أقلها انتشارا، وتمثـلها جروف ساحلية نشطة تبدو على شكل ضلوع طبـيعية تزيد ارتفـاعاتهـا في حالول على (٢٥) م، وجـروف بحرية خـاملة تركت سـهلا ساحليا يتسع لأكثر من (٥٠٠) م.

والسبـاخ التي تختلف في توزيـعها وتتـباين في خـصائصهـا على نوعين: الساحـلية منهـا والداخلية، فـالساحليـة تغطي (٢,٢٢) كم٢، وتخلو منهـا جزر الترسيب، ولحداثة تكويـنها تنسجم مع قطاعات السواحل السهليـة المنخفضة، ولا تزيد ارتفـاعاتهـا على (٤) م، أما الداخليـة (القارية) فـتشـغل (٢,٦٧٤) كم٢، وتنفرد بها جزر حوار وسواد الجنوبية ورباظ الشرقية وشراعوه، وهي إحدى معالم تطور الجزر القطرية.

ويتبين أن الأحواض المغلقـة والخبرات قليلة الأهمية، فقـد كان الباعث على تشكيلها كحفر تذرية Wind Blowouts في مناطق الصخور الرملية أو الحصوية فعل الرياح وعامل الـتكوين الصخري، وتبـلغ أبعادها (٧٥٠) م، وتغطي مـياه الأمطار



مواطيهـا لأسابيع، فإذا تبخـرت تخلفت عناصر كلسية طينيـة قليلة الأملاح، تبطن الأرضية فتمـنع التسرب، وفي حالة تعرضها لأشعـة الشمس تجف وتتشقق ومن ثم تتكسر فـتصبح فتـاتا تذروها الرياح، والأودية الجافة باهتـة في معالمها، سـيلية إذا جادت عليها السماء بأمطارها، قصيرة ومـؤقتة في جريانها، تميزها انحدارات بطيئة على طول قطاعاتها الطولية وانحدارات تدريجية ضمن قطاعاتها العرضية.

وهناك من التلال والشواهد الـصخرية نوعان، تلال قبـابية (بنيوية)، وتلال هُضَيّبية وشواهد قممية، فمن **الأولى** ما تعرض للتخفيض فزالت ارتفاعاته وبهتت معالمه (جزيرة شـراعوه)، ومنها ما احتفظ بقبابيـته التي تعلوها قمم تبلغ (٥٦) م، وبانحداراته المخروطية والقبابية (حالول)، ومن **الثانية** ما تميزه سلاسل تلالية وتلال هضيـبية مستـوية وقمميـة، تتراوح ارتفاعاتـها بين (٩-١٢) م، وقد تبدو جـرفية الحواف أو مقعرة الجـوانب، تغطي حضيضها ركامات السـفوح وحطامه، تلازمها تلال شاهدة على شـكل قور وكدوات، يخـيل إلى أنها تمثل إحـدى مراحل تقطع السلسلة التلالية أثناء تراجـعها، ومن أبرز الظاهرات جبل حوار، يمتد لأكثر من (٧٥٠)م، ويعرض (٢٠٠)م، تعلو سطحـه الهضبي قمـة ترتفع (١٩)م، وينحدر غربا (٣٠) درجـة، وشرقا أكـثر من (٧٥) درجة، مما يوحي بوجـود أودية نحتت الجانب الشرقي فقطعته.

وما الأشكال الرملية إلا إحدى الظاهرات الصحراوية الريحية، ويميزها نمطان توزيعيان، فالترسبات الرملية بحـرية النشأة، ريحية التوزيع، والساحلية منها ترتفع فيهـا نسبة الكلس، والداخلية بها عناصـر من الكوارتز، ويرتبط هذا التدرج طرديا مع المواد العضـوية، وتناقص سمك الترسـبات والأغشيـة الرملية، أما النباك فـقد وجدت من المنخفـضات ذات الأشجار بيئـة صالحة لتراكمـها في منصرف الرياح، وهي على نوعين: نوع مـتـجـدد يرتبط برطوبة الأرض، إذ تزيل الرياح الأجـزاء العليا، ويبقى جسم النبكة، وآخر ليس له علاقة برطوبة الأرض، وإنما تمثلها كثبان صغيرة تتحرك داخل إطار المنخفض.

ثانيا: الجوانب التطبيقية للدراسة

تعتمد الدراسة التطبيقية ست ركائز أقيمت عليها هذه الجوانب وهي:

١- العوامل الجغرافية الطبيعية وأثرها على توزيع السكان:

يبدو أن المناخ بعناصره المتباينة أحد العوامل الأساسية التي خلقت سمات البيئة القطرية الجافة، فهو الذي يتحكم في الكيفية التي تتمايز فيها خصائص السطح والأشكال الجيومورفولوجية والتربة والنبات الطبيعي، وتتعدد فيها أساليب الحياة وتتفاوت نوعا ودرجة عن مثيلاتها من البيئات الرطبة.

ودرجات الحرارة لا تقل صيفا عن (٤٠ْ)م، وشتاء عن (٢٠ْ) م هذه القيم تبدي فروقات حرارية فصلية تصل إلى (٢٠ْ)م، بل نلاحظ تفاوتا مكانيا بين الشمال والجنوب وبين الساحل والداخل، وقد أثَّر هذا التفاوت إلى حد ما على توزيع السكان ونشاطهم الاقتصادي وحياتهم العادية، إذ يميلون إلى السكنى ولو لفترة بعيدا عن الساحل بحكم أن المناطق الداخلية تتمتع بالهواء الجاف وقلة الرطوبة في الجو صيفا، كما أنهم يجنحون للإقامة في المناطق الشمالية، وتجنب الجنوب الصحراوي، فالشمال القطري يستقبل المؤثرات الباردة، سواء عن طريق محصلة الرياح الشمالية الغربية أو الشمالية أو بواسطة التيارات البحرية، فيما يتعرض الجنوب للمؤثرات الصحراوية الحارة والجافة، وللمؤثرات الرطبة القادمة من المحيط الهندي وبحر العرب.

فإذا كان لعنصر الحرارة دور في توزيع السكان، فإن للأمطار وهي صانعة الحياة في المناطق الصحراوية أثرا على انتشارهم، ورغم صفتها العشوائية ونوباتها المتباعدة، فإنها ترسم صورة الحياة النباتية وتحيل الأرض الجرز إلى بساط أخضر يهرع الرعاة نحوها لرعي حيوانتهم، ولما كان الشمال القطري أوفر حظا في أمطاره، فمن الطبيعي أن يتجه السكان صوبه، بيد أن ذلك لا يستمر طويلا، فإذا ما انتهى فصل المطر، وأتت حيواناتهم على مظعم إن لم يكن كل الأعشاب والحشائش رجعوا أدراجهم أو يمموا وجهتهم شطر الساحل لممارسة حرفة الصيد التي تعتبر موردا طبيعيا، ومصدر رزق لهم.



وقد فطن قاطنوا الصحراء القطرية بعد أن عانوا كثيرا من قسوة بيئتهم إلى البحث عن مورد مائي ثابت يمدهم بأسباب الاستقرار بعد طول تنقل، ويكون استجابة وتلبية لندرة المياه الجوية التي قلما تسقط على أرضهم بعد طول احتباس، فحفروا آبارا سطحية مكنتهم من إقامة مجتمعهم الذي يتخذ شكل تجمعات متناثرة نطلق عليها «مجتمعات الآبار» هذه الظاهرة البشرية نعاينها في الشمال القطري الذي يتميز إضافة إلى خصائصه الطبيعية، بغزارة أمطاره نسبيا رغم قلتها، ووفرة الآبار التي تنبجس مياهًا عذبة.

فالمتفحص لخريطة السكان يلاحظ أن التوزيع غير متكافئ، فإذا أضفنا لما سبق اعتبارات أخرى نتأكد جليا مدى التباين وعدم التناسق في نمط التوزيع، ليس فقط بين مناطق قطر الشمالية والجنوبية، وإنما بين أجزاء النصف الواحد، وهذه الاعتبارات هي:

١- اختلاف المياه الجوفية نوعا بقدر ما تختلف كما، فمياه الشمال عذبة ونسبة أملاحها قليلة، ومنسوبها مرتفع، ومخزونها كبير، بعكس الجنوب.

٢- سيادة ظاهرة الكثبان الرملية في الجنوب حالت دون جنوح السكان نحو الاستقرار والتركز في تلك المناطق، فهذه الظاهرة ومثيلاتها أفقدت الجنوب مميزات الشمال البشرية، فالقلة السكانية في الجنوب تواجه إضافة إلى ما سبق تحديات طبيعية في تحرك الرمال وزحفها، وهي مشكلة يجب أن توجَّه لها عناية فائقة؛ لأن آثارها مدمرة وتعيق مشروعات التنمية وخاصة أن الحاجة إلى استغلال الجنوب القطري ماسة، سواء في الزراعة أو غيرها من المناشط.

٣- انتشار التربات الصالحة للزراعة في مناطق الروضات، لما كانت العلاقة بين المياه الجوفية والتوزع السكاني وطيدة، فإن مناطق الروضات تحدد بدقة توزع المياه الجوفية بقدر ما تتحكم في نطاقات التربة الزراعية، ولهذه العلاقة أثر في توزع السكان ونشاطهم، إذ تعتبر الروضات في قطر خاصة، والمناطق الصحراوية عامة ذات أهمية كبيرة؛ لأنها تجمع بين وفرة المياه الجوفية وقرب مناسيبها من السطح، وبين التربات التي تشكل مصدرا طبيعيا للإنتاج، وموردا أساسيا للتنمية الزراعية، فالشمال القطري الذي تنطبق عليه هذه المواصفات يتميز عن الجنوب القطري الذي تسوده تربات صخرية ورملية غير صالحة للزراعة.

فمن المؤكد والحالة هذه أن يتركز السكان في الشمال، بينما يتخلخل هذا التوزع ويفقد خصائصه الاستيطانية في الجنوب القطري، ولهذا الجانب رغم ما يبديه من انعكاسات إيجابية، آثار سلبية، فالاستغلال المتواصل لمعطيات الشمال الطبيعية من مياه جوفية وتربة - على اعتبار أنها ثروة محدودة وموردا متواضعا - يؤدي في النهاية إلى انخفاض منسوب المياه الجوفية، وزيادة مطردة في نسب أملاحها، مما ينعكس وبالا على خصائص التربة، فتتحول مع طول استعمال إلى مستنقعات ملحية رديئة الصرف والتهوية، وبناء عليه تقتضي الحكمة: الاستخدام المسؤول للمياه الجوفية والحرص الشديدين، والاهتمام بعمليات الصرف المنتظمة للمحافظة على التربة، والتوجه نحو الجنوب القطري لاستغلال مياهه الجوفية وترباته كلما أمكن ذلك، كي يساهم مع الشمال في تنمية الثروة الزراعية، ويخفف من الضغط السكاني، ويضيف موردا آخر للمياه الجوفية التي ربما تشكل عبئا ثقيلا على الدولة في المستقبل القريب.

إذا كانت العوامل الجغرافية الطبيعية السابقة قد ضبطت توزع السكان، وفرضت عليهم أنماطا معينة، فإن البترول كمورد طبيعي ساهم بقدر في هذا التوزع، إلا أن مساهمته لم تتوازن مع حجم إمكانياته، ونعني بذلك أن مناطق استخراجه المتمثلة في منطقة دخان على الساحل الغربي، لم تستحوذ إلا على نسبة ضئيلة من السكان، ويقودنا هذا إلى القول: إن عمليات التنقيب عنه واستخراجه لا تحتاج إلا لفئة محدودة من العمال والموظفين، وهذه الفئة لا تكون أعدادها بالضرورة ضخمة كما يمكن أن نتوقع، فاستخدام الآلة في العمليات حال دون ذلك، فجاء توزع السكان متخلخلا. ومثيلاتها ميناء مسيعيد وجزيرة حالول ومنطقة رأس لفان، وكل يمثل قطبا اقتصاديا، ولكنه يفتقر إلى التجمعات السكانية مقارنة بمناطق الروضات وحقول المياه الجوفية، فالتجمع السكاني فيها لا يعدو كونه تجمعا وظيفيا يمارس سكانه حرفة استخراجية لا يتطلب إلا عددا محدودا، أما الروضات فهي مناطق إنتاج تمارس فيها حرف الزراعة والرعي وتربية الحيوانات، ولهذا كان تحديد الشكل العام للتوزع السكاني نتيجة طبيعية لما تمخض عنه التفاعل بين العوامل الجغرافية الطبيعية ومتطلبات الإنسان وتجمعاته البشرية.

٢- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بتوزع المناطق الصالحة للزراعة:

ترتبط المناطق الصالحة للزراعة في قطر بنوع التربة وخصائصها، وهي بدورها نتاج التفاعل بين مختلف عناصر المركب البيئي، فمن خلال دراسة التربة القطرية تبين أنها تنتمي في معظمها للتربات السطحية غير الكاملة التكوين، ومع ذلك ساهمت الظروف الجغرافية الطبيعية كالحرارة والأمطار والتركيب الصخري والغطاء النباتي في نمو بعض آفاق التربة وحددت خواصها.

فَتَحْتَ ظروف التباينات الحرارية اليومية والشهرية والفصلية، تتأثر الصخور السطحية تمددا وانكماشا، مما يخلق ظروفا ملائمة لقيام عوامل النحت والتعرية بدورها في تفتيت الصخور ونقلها إلى حيث يتم إرسابها في مناطق مناسبة لذلك، بينما تساهم الأمطار والمسايل المائية الناتجة عنها في إذابة مكونات الصخور وتغيير خصائصها، ونقل المفتتات من التلال والحزوم إلى مواطئ تصريفها، أما دور الغطاء النباتي في تزويد التربة بالمواد العضوية وخاصة مادة الدبال فيعتبر ثانويا وغير فاعل.

ففي ظل هذه الظروف لا يمكن أن نجد التربات الحقيقية إلا ما ندر، وهذا النادر ينحصر في رقع من البساط الأخضر (الروضات) يبلغ غاية تركزه وانتشاره في الشمال القطري لما يتمتع به من محاسن الصحراء دون مساوئها، فهو يجمع إلى أجود التربات الصالحة للزراعة والمسل المائية، مناخا جافا وأمطارا غزيرة وموردا جوفيا كافيا إذا اتبعت الوسائل والتقنيات العلمية الحديثة، وروعيت الظروف البيئية المحلية، فيما يسود الجنوب سطح حصوي (الحماد الحجرية) وترسبات على شكل فرشات وخيوط وكثبان رملية، وقلة من المياه الجوفية غير المحددة، وبهذا نخلص إلى القول: إن الشمال القطري يشكل بؤرة التركز السكاني والإنتاج الزراعي، بينما فقدت الأرض في الجنوب القطري العديد من خصائصها كعنصر مساعد في عملية الإنماء لمواجهة الزيادة السكانية ومتطلبات العصر الحديثة.

٣- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بمناطق الرعي:

إذا كانت الظروف البيئية الطبيعية في قطر قد حددت مناطق التربة الصالحة للزراعة، فإنها أقدر على تحديد نطاقات الرعي، فالمراعي قديما كانت هي الطابع المميز لصور الحياة في شبه الجزيرة؛ لأن حاجة الإنسان القطري إلى المنتجات

النباتية والحيوانية كانت الدافع إلى اشتغاله بالرعي كمهنة ووسيلة للحياة، والحديث عن مناطق الرعي في قطر - حاليا - فيه الكثير من المبالغة والإطناب، وذلك إزاء ظروف البيئة الصحراوية الجافة من ناحية، والتحول الاجتماعي الذي طرأ على حياة السكان في قطر من ناحية ثانية، وتوافر أسباب الحياة العصرية لجيل ترك إرث الماضي، وآخر لم يدركه من ناحية ثالثة، ورغم ذلك سنحاول إبراز أثر العوامل الجغرافية الطبيعية على توزع مناطق الرعي في شبه الجزيرة.

فالأمطار بصفتها عنصر مناخي هام، تتميز بندرتها واقتصار سقوطها في أشهر معدودات، وعلى مساحات محدودة، وفي رخات شديدة وفجائية، فتمتلئ بها الأودية الصحراوية فتنساب سيولا تجرف المفتتات الصخرية وتلقي بها في الأحواض الداخلية، والعبرة حيال ذلك ليست في كمية الأمطار، وإنما في توزعها على مدار السنة، لما لها من دور حيوي في حياة النبات، إلا أن هذه الميزة لا تتوافر، فينحبس الماء عن النباتات الطبيعية مدة قد تستمر لسنوات، مما يتعذر معه تجدد نموها أو استمرارها، ومن هنا اتصف بعضها بالتكيف مع ظروف الجفاف ومقاومته، فلا يعدو توزع المراعي زمنيا فترة قصيرة تلي سقوط الأمطار، ويرتبط توزعها المكاني والأفقي ارتباطا وثيقا بخصائص التربة، وبالتالي فإن انتشارها نلاحظه في روضات الشمال ومسارب الأودية السيلية، فخضعت الثروة الحيوانية تلقائيا لبواعث بيئية Ecological، فرضتها عوامل حياتية Biological ذات صلة بخصائص الغطاء النباتي، فالإنسان القطري كان يرتاد بحيواناته - التي أضحت في الوقت الحاضر ذكرى - مراعي متجددة أثناء مواسم الوفرة التي يجلبها المطر شتويا كان أو ربيعيا لبر قطر، ليعود بحلول فصل الجفاف إلى الاستقرار على أطراف الصحراء القطرية، يمارس حرفة الصيد البحري؛ لأن فقر البيئة القطرية لا يكفل لحيوانات الرعي أن تتزايد، أو حتى للبنيان الاجتماعي أن يستمر، بمعنى أن الاقتصاد القائم على المراعي الطبيعية لم يعد له وجود في الوقت الحاضر، وبالتالي أهملت تربية الحيوانات نتيجة التحول من حياة التنقل إلى حياة الاستقرار إثر جني ثمار البترول، وتفضيلهم العمل في شركات استخراجه بأجور مغرية، واقتصرت الثروة الحيوانية في تربيتها على بعض المزارع الأهلية، أو الحكومية وخاصة في منطقة أبو سمرة.

٤- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بمكامن البترول:

إذا كانت الثروة المعدنية مصدر القوة والتصنيع والتحول الاجتماعي في مناطق إنتاجها، فإن البترول وهو أحد عناصر هذه الثروة، عماد الحياة الاقتصادية في قطر خاصة، ومنطقة الخليج العربي عامة، حيث ما زال يغطي من إيرادات الدولة أكثر من (٨٠٪) من جملة الدخل العام، فتطور قطر وحظها من التنمية يقاسان بمدى استفادتها واستغلالها لهذه الثروة، فترة الرخاء النفطي، لمواجهة المستقبل وتوسيع القاعدة الإنتاجية، وتقليل الاعتماد على مصدر وحيد غير متجدد، لبناء اقتصاد متوازن يستطيع الصمود في وجه التقلبات الاقتصادية الدولية، والتنمية الصناعية هي الطريق الأمثل، والعامل الحقيقي الأكثر تأثيرا في البيئة وتطورها، ويحسم كثيرا من المشكلات الاجتماعية ويتغلب بسهولة عليها، فمن الطبيعي ما دام الإنسان القطري يستطيع بسلوكه أن يوجد ويطور موقعه للأفضل، أن يكون قادرا على التعرف على بيئته؛ لأن التعرف على البيئة يعني التعرف على الذات، فحياة الإنسان مرتبطة ببيئته، وبحسن معرفته لمصادر ثروتها، وبالعوامل التي تؤثر على هذه المصادر، وما دام البترول هو المصدر الطبيعي الوحيد في قطر، فلابد أن نضع أيدينا على العلاقة التي تربطه بالعوامل الجغرافية الطبيعية وأثرها على توزع أحواضه.

يتكون البترول والغاز الطبيعي من مجموعة مركبات كيميائية أهمها: الكربون والأيدروجين وكميات من الأكسجين والنيتروجين والكبريت، إذ تؤثر المركبات الأخيرة في خاصية البترول وقيمته الاقتصادية، وينشأ البترول في البيئة إثر تحلل بقايا الكائنات البحرية الحية والطحالب بعد ترسبها في أحواض ترسيب قديمة كالرمل والطين، ثم تتحول الكائنات تحت ضغط الصخور والحرارة والنشاط الإشعاعي إلى تكوينات بترولية وغازية، فكأن البترول والحالة هذه نتاج التفاعل بين عناصر هذه العوامل مجتمعة، وحال تكونه داخل الصخور الطينية يتسرب متأثرا بعامل الكثافة إلى تكوينات صخرية تحتوي على الكثير من المساحات والفراغات، وتكون أكثر ملاءمة لتجمعه في مصائد تصلح طبيعتها لاختزانه، مع وجود طبقات صخرية تعمل كغطاء لمنع انتقال البترول إلى الطبقات الأعلى.

ومن أنسب هذه المصائد: الطيات المحدبة، والقباب الناتجة عن الالتواءات والتصدعات المختلفة، وتتوافر مثل هذه التراكيب على طول الساحل الشرقي لجزيرة العرب، حيث كانت الظروف الترسيبية ملائمة لتكوين البترول في الأطراف الشرقية لمنطقة الرفرف العربي أثناء الزمن الثاني، فقطر التي تنصف الساحل الشرقي لجزيرة العرب وتعتبر جزءا من الرفرف العربي، تعرضت خلال تاريخها الجيولوجي وعلى فترات متعاقبة ومتباعدة لحركة البحر طغيانا وانحسارا، نتج عنها أن تغطت مناطقها المغمورة برواسب بحرية مختلفة، تمثلها الصخور الجيرية والطباشير والدولومايت، والصخور الطينية والرملية، ومجموعة المتبخرات من الانهيدرايت والجبس، كما تنوعت سمكا وتوزيعا استجابة للظروف المناخية السائدة آنذاك، وعمق البحر القديم، وقد تميزت بتوافر الكائنات الحية، وطول فترات الغمر والحسر، وأصابتها ابتداء من نهاية الزمن الثاني (الكريتاسي الأعلى) حركات تكتونية ظهرت آثارها ونتائجها بصورة واضحة ومتميزة في الأدوار العليا من عصر الإيوسين وفترة الأوليجوسين، والأدوار الدنيا من عصر الميوسين، وكذلك في البليوسين (Cavilier, 1970, p. 34)، تشكلت بموجبها تراكيب جيولوجية تمثلت أهمها في حدبة دخان التي غدت مكمنا طبيعيا للثروة البترولية والغازية، هذه الحدبة تتخذ شكل طية قبابية إقليمية تمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي في منتصف الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، وتضم هذه الحدبة حقل بترول دخان البري بطول يبلغ (٥٤,٤) كم، وعرض يصل إلى (٥,٩) كم، ويحتوي هذا الحقل على تجمعات للزيت الخام والغاز الطبيعي في ثلاث مناطق رئيسة هي: الخطية وفحاحيل وجليحة.

أما الطبقات المنتجة للزيت فتنحصر في طبقات الحجر الجيري والدولومايت، ويطلق عليها إقليميا طبقات الخف والعوينات والعرب والشعيبة، فطبقات الخف تنتمي لأواخر الزمن الأول (العصران الكربوني والبرمي)، وتحتوي أساسا على تجمعات من الغاز الطبيعي الجاف، لم تتحدد كمياته المخزونة بشكل قاطع بعد؛ لأنها تعتمد على دراسات مستفيضة لصور وطبيعة الامتداد التركيبي للطبقة، كما تعتمد على مدى تجانس أو اختلاف طبيعة الصخور المكونة منها وخصائصها

البتـروفيزيائية، وترجـع الطبقات الأحدث إلى الزمن الـثاني وخاصة إلى العـصر الجوراسي الأوسط والأعلى، ويضم هذا العصر طبقات العرب والعوينات الجيرية، فيما تنتمي طبـقة الشعيبة إلى العصر الكريتاسي الأسـفل، وقد ازداد البحر القديم خلال هذا الحقب عـمقا واتساعا، مما أدى إلى ترسـيب صخور جيرية وطبـاشيرية وطينية، فضـلا عن الصخور العضـوية التي من أهمها البتـرول، ثم تراجع البحر القديم في نهـاية الحقب، مما مـهد إلى نشاط عـوامل التعرية المخـتلفة، فـانتجت رواسب رمليـة قارية، لذا تمـيز هذا الحـقب بنوعين من الرواسب، منهـا رواسب بحرية Marine في أوائله، وقارية Continental في أواخره، ولا ترجع الأهمـية الاقتصادية لهذه الرواسب إلى كونها تحتوي على أكبر تجمعات البترول فحسب، بل تعتبر من أكثر الطبقات وأكبرها احتضانا للمخزون الجوفي من المياه العذبة.

يبدو أن للعوامل الجغـرافية الطبيعية علاقة كـذلك بمواضع تجميع الزيت الخام ووسائل نقله وموانئ تصديره، فقـد فرضت هذه العوامل تصدير الزيت الخام المنتج من الحقول البـحرية عن طريق جزيرة حالول، وتقع هذه الجـزيرة وسط مياه الخليج وعلى بعد (٩٨) كم إلى الشمال الشرقي من مدينة الدوحة، وتوجد بالجزيرة حظيرة تشتمل على تسع خزانات أقيمت في وسط الجزيرة، ساعدت عوامل استواء السطح على اختيار هذا الموضع، تحيط هذه المنطقة مجموعة تلال صخرية من جميع الجهات باستثناء الناحية الشرقية التي تعتبـر بوابة تنفتح منها على منطقة سهلية مستوية، يتم عبرها الاتصال بمـيناء التصدير، فيضخ الزيت من حظيرة الخـزانات عبر خط أنابيب إلى عوامة إرساء منفردة تقع إلى الجنوب الشرقي من جزيرة حالول، وقد اختير هذا الموضع لموافقته والظروف الجغرافية الطبيعية، فالمنطقة الجنوبية الشرقية تتمتع بمميزات الموضع المناسب، لكونها محـمية من المؤثرات الغربية والشماليـة الغربية، وأن عمق الميـاه الذي قد يصل إلـى أكثـر من (٣٣) م أي (١١٠) قدمـا، يتناسب وغـاطس ناقلات النفط، كما أنها تتخذ موضعـا يعتبر في منأى من عمليات الإرساب، بحريا كان أم هوائيا، وأنها قـريبة نسبيا من طرق الملاحة البحرية، كـما أن طبيعة الأرض تسمح بسهولة الاتصال مع الظهير الداخلي.

وينقل الزيت الخـام من حقوله البـرية في دخان (منطقـة أم باب)، بواسطة ثلاثة خطوط متوازية من الأنابيب، فتعبر منطقـة شبه مستوية باتجاه الجنوب الشرقي

إلى ميناء مسيعيد، ويدفع منها إلى مرسيين للناقلات عبر أنابيب تمتد تحت قاع مياه الخليج العربي، المرسى الجنوبي الثابت يبعد (٠,٨) كم عن الشاطئ القطري، والشمالي العائم يبعد (٢,٧) كم، وقد جهز الأخير كي يستقبل الناقلات الضخمة، ويساعد على سرعة تحميلها، والتغلب على ظروف الطقس وحركة الرياح التي تعمل أحيانا على تعطيل عمليات الشحن، وقد اختيرت مسيعيد ميناء لتصدير الزيت دون مواقع إنتاجه تبعا لعوامل جغرافية وبيئية أهمها:

(أ) عمق المياه في المنطقة البحرية المواجهة لميناء مسيعيد نسبيا، وقلة تأثرها بالعمليات الإرسابية ومحصلة الرياح الشمالية الغربية، في حين تفقد دخان أو أي موقع آخر على الساحل الغربي مميزاته كميناء بحري لرقة المياه وقلة الأعماق، وتأثرها بالرياح الشمالية الغربية والغربية.

(ب) وقوع مسيعيد على الساحل الجنوبي الشرقي لشبه جزيرة قطر، واختيارها ميناء بتروليا اختصر المسافة والزمن، حيث كان على الناقلات أن تدور حول شبه الجزيرة للوصول إلى دخان، وهي أمور مكلفة بمقياس تجاري.

(جـ) قرب مسيعيد من منطقة تركز السكان المتمثلة في مدينة الدوحة، ووقوعها ضمن منطقة سهلية ومستوية، أضفى عليها مواصفات الموضع، وميزها بخصائص الموقع كميناء هام.

٥- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بتوزع الثروة السمكية:

ساعدت بيئة قطر البحرية، وطول سواحلها بالقياس إلى مساحتها، واتساع رصيفها القاري، وضحالة مياهه، وفقر البيئة البرية القطرية، وتعدد أنواع الأسماك ووفرة كمياتها، وكونها الغذاء البروتيني للسكان، على اشتغال عدد كبير منهم بحرفة صيد الأسماك، وما يميز الرفرف القاري وجود الشعاب المرجانية المتقطعة (الفشوت) تلف شبه الجزيرة ابتداء من فشت العريف المواجه للساحل الشرقي مقابل مصب الزيت في مسيعيد، حتى منطقة دخان على الساحل الغربي، هذه الأرصفة تتكون من قمم مرجانية ذات ترسبات بحرية عضوية، غنية بالثقوب والحفر الصغيرة، وبعض الأخاديد التي ساهمت في تشكيلها عوامل النحت البحري، فغدت بيئة صالحة لتكاثر الأسماك التي تفضل دائما الاقتراب من المياه السطحية نظرا لغناها بالأكسجين الذائب، وتوافر المواد الغذائية اللاتي تعيش عليهما.

يواجه الساحل الشرقي لقطر مسطحا مائيا متسعا، ساعد على نشاط حركة المياه السطحية، فالتيارات البحرية وما تجلبه من مواد غذائية ساهمت في انتشار الأسماك وتوزعها بأعداد هائلة، مما حدا بالسكان إلى التركز على طول الساحل الشرقي، فأقاموا مستوطناتهم على خلجانه ودوحاته ورؤوسه، وهي ظاهرة شائعة في منطقة الخليج، وأمر طبيعي وحتمي في ظل الظروف البيئية الطاردة على طول السواحل الغربية إلا من بعض المراكز التي كان لظهور البترول دور في تواجدها.

والثروة السمكية في قطر تتكون من عنصرين هما الأسماك بأنواعها والربيان (الجمبري)، وما زال الصيادون يستخدمون طرقا بدائية ضمن المياه الإقليمية الداخلية أو الساحلية، استجابة لظروف البيئة الطبيعية وحركة المياه مدا وجزرا، فطرق الصيد بالقراقير تنتشر على نطاق واسع، وهناك نوعان: الصغير منها يتناسب مع المياه الضحلة، والكبير يستعمل للأعماق التي تتراوح بين (٢٠-٣٠) قدما، ولتجنب حركة الأمواج والتيارات البحرية، وخوفا من أن تكتشفها الأسماك عمدوا إلى تثبيت أخشاب أفقية ومتعامدة عند قواعد القراقير، ووضع مجموعة من الأحجار في وسطها كمراس لها، وتغطيتها بالحشائش، كما فطنوا إلى تثبيت بعض الحبال في أحد طرفيها، وتثبيت كميات من الفلين في الطرف الآخر، للاهتداء إليها وتحديد مواقعها بدقة.

أما طريقة المساكر فهي طريقة بالية، إلا أن السكان في قطر استغلوا ظروف بيئتهم متمثلة في عمليتي المد والجزر، فأقاموا على طول المناطق الساحلية المواجهة لتجمعاتهم حواجز من الأحجار المتراصة فوق بعضها كأنها جزر شريطية، ففي وقت المد تغطي المياه هذه الحواجز فتجلب معها الأسماك بحثا عن المواد الغذائية، أو هربا من الأسماك الكبيرة، وفي حركتها تحاول الأسماك دائما أن تسير بمحاذاة الأشرطة الحجرية المقامة، حتى إذا انحسرت المياه في حالة الجزر، حجزت المساكر بعض الأسماك خلفها من جهة الساحل، فيهرع السكان إلى جمع حصادهم منها، وهناك طريقة تشبه المساكر، إلا أن مادتها من العصي والشباك، وبهذه الوسائل استطاع سكان قطر التكيف مع بيئتهم، فغدوا عبر التحديات مهرة في ركوب البحر، وتمكنوا تلبية لحاجتهم من معرفة مصائد الأسماك ومرابعها، كما أنهم

خبروا ظروفهم الجغرافية الطبيعية التي حددت لهم فترات صيدهم، فكانوا يبحرون لحوالي (٢٩٠) يوما في السنة، ويحجمون في الفترة من إبريل حتى منتصف مايو، ويعرفون أن صيدهم تتناقص كمياته في فترة تركز الأمطار بسبب الأنواء الشديدة التي تظهر خلالها.

٦- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بالمستوطنات البشرية:

مما لا شك فيه أن الاختلافات الواضحة في البيئة الطبيعية من سطح ومناخ وأشكال مورفولوجية وتربة ونبات طبيعي تؤدي إلى خلق قيم مكانية يقوم الإنسان باختيار الأنسب منها لغرض استقراره واستيطانه ونشاطه الاقتصادي، وكما هو الحال في جميع البيئات الجافة التي تنتمي إليها شبه جزيرة قطر مناخيا، تتوزع المستوطنات البشرية وتتوافق مع وفرة موارد الرزق ومواقع المياه الجوفية ومناطق المراعي والتربة الصالحة للزراعة، ونظرا لفقر البر القطري توجه السكان لالتماس الرزق في أعماق مياه البحر فمارسوا حرفة الصيد البحري الثنائية (الأسماك واللؤلؤ)، وكان لابد من الاستقرار على الساحل ما دام الداخل معدوم الموارد، فانتشرت المستوطنات على طوله، حيث اتخذت نمطا خطيا في قرى صيد صغيرة، اختير لقيامها أحسن المواقع وأفضل المواضع، فقام مجتمع الصيد، وقد تبين لهم أن ارتياد البحر صعب، وركوبه مشكل، وفيه من المخاطر ما يثنيهم، وقدروا أن البر وخاصة في موسم المطر قد يعطيهم ويكفيهم، فجددوا ممارسة حرفة الرعي حيث تنبت الحشائش والأعشاب، وامتهنوا ولو على نطاق ضيق وحسب إمكانياتهم ومعرفتهم حرفة الزراعة، ولما كانت الأمطار مصدرا للمياه غير ثابت، وهي في حد ذاتها متذبذبة وعشوائية، لجأ السكان إلى طلب الماء من باطن الأرض، فحفروا الآبار ونشأت بينهم علاقة قوية، تطلبت بدورها مراكز عمرانية أقاموها في الداخل حول الآبار، فعاد مجتمع الرعي والزراعة، إلا أن علاقتهم بالبحر تواصلت ولم تنقطع.

فإذا كانت المياه الجوفية العذبة والتربة الصالحة للزراعة كعناصر جغرافية طبيعية تتركز في النصف الشمالي من شبه الجزيرة، فمن الطبيعي أن يلازم إنشاء المستوطنات البشرية المواقع التي تتوافر فيها هذه العناصر، وتحدد مناطق الروضات

التوزع الجغرافي لها، إذ تتخذ هذه المستوطنات شريطا محوريا يمتد من الشمال الغربي حيث السليميات حتى منطقة الخور فمنطقة أم صلال والدوحة، ثم تأخذ اتجاها جنوبي غربي حتى الخرارة وترينا، ويضم هذا الشريط مجموعة من القرى والبلدات الصغيرة، لا تعدو في كونها مقرا لأحد الشيوخ، وأنها لا تشكل إلا مظهرا من مظاهر التبعثر الناتج عن توزع التربة والمياه الجوفية.

تنبئ الدراسة من واقع خصائص البيئة الجغرافية الطبيعية أن الساحل الشرقي رغم ما يتميز به من مواضع ملائمة لإقامة مراكز عمرانية على طوله، إلا أنه يضم أشرطة ساحلية لا تصلح مواضع لمثل هذه المستوطنات، فإذا رصدت لها من الرساميل كما حدث لمنطقة رأس لفان تحقق لها ذلك، وهذه الأشرطة تتمثل في التالي:

(أ) الشريط الساحلي الممتد من خور العديد حتى مصب الزيت في مسيعيد، ويعيبه انتشار السبخات والكثبان الرملية بأنواعها وأنماطها، وضحولة المياه أمام شواطئه، فلا يصلح لإقامة مستوطنات بشرية فوق أرضه.

(ب) الشريط الساحلي الممتد من الوكرة حتى الدوحة، فهو ساحل رملي في بعض أجزائه وصخري في أخرى، فالرملي منخفض نسبيا، تغشاه مياه البحر أثناء المد العالي، وتتميز مياه شاطئه برقتها.

(جـ) الشريط الساحلي الممتد من الزبارة على الجانب الغربي لشبه الجزيرة حتى مركز حدود أبو سمرة، وهو قطاع ساحلي تنتشر أمامه الشعاب المرجانية، وتبرز على طوله العديد من الصخور وخاصة منطقة الشاطئ المواجهة لشبه جزيرة أبروق وتتميز مياهه بضحالتها وقلة أعماقها وملوحتها وارتفاع درجة حرارتها، الأمر الذي يحد من تواجد الأسماك ووفرتها، كما أن اقتراب حدبة دخان وجنوحها نحو الساحل، وما يتميز به قاع خليج سلوى الضحل أمام هذه الواجهة من إرسابات الطين اللازب، حال دون إقامة مراكز عمرانية، أو حتى قرى صيد صغيرة على طول جبهتها، لكونها تفتقر إلى مواصفات الموقع والموضع.

والمستوطنات في أشكالها وأحجامها أصابها الكثير من التغيير، والتطوير، بل هجر بعضها وغدت خرائب، تبكي أطلالها زمنا سادت فيه وازدهرت، وتنعي بيوتها ردحا كانت فيه قائمة وعامرة، وفقدت قيمتها إثر تحول سكانها إلى مرحلة

ذات علاقة بالتجمعات الضخمة، إلا أننا لا نغفل ما كانت تتميز به هاتيك المستوطنات من خصائص نوجزها في النقاط التالية:

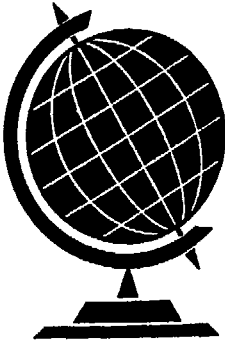
* إن الصفة التي كانت سائدة للمستوطنات هي صغر أحجامها وتبعثرها، وأن معظمها قروي في مظهره.

* تتناقص أعداد المستوطنات ويزداد تبعثرها، وتتسع المسافات الأفقية بينها، ويقل حجم سكانها كلما اتجهنا صوب الجنوب.

* تضم منطقة الدوحة بالإضافة إلى معظم المستوطنات البشرية، غالبية السكان، إذ تقع جميع المستوطنات البشرية في دائرة نصف قطرها لا يتعدى (٢٦) كم، وتمثل الدوحة مركز الدائرة، وهذا التركز يرجع إلى جملة العلاقات المكانية التي تربط هذه المستوطنات بمدينة الدوحة.

* يبدو أن الجانب الشمالي والشرقي من شبه جزيرة قطر أكثر تركزا وتجمعا للمستوطنات البشرية والسكان من الجانب الغربي والجنوبي، إذ تقع فيهما أكبر المدن وأهمها، وهو أمر يعكس أثر التفاعل بين العوامل الجغرافية الطبيعية وشدة هذا التركز، إذ يسهل الوصول إلى الماء الجوفي العذب وإمكانية الحصول عليه، وأن الأرض تضم تربات ذات صلاحية عالية للزراعة، فضلا عن توافر الخدمات التي يحتاجها كل مواطن ومقيم، وأن الجبهة الشرقية تعتبر منفذ قطر على الخليج العربي والمحيط الهندي.





المصادر والمراجع

أولا: المصادر والمراجع العربية.

ثانيا: المصادر والمراجع غير العربية.

المصادر والمراجع المتخصصة والعامة

أولا: المصادر والمراجع العربية:

- إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف (١٩٨٥): «المياه الجوفية في قطر - موجز عن الدراسات والنتائج» إدارة البحوث الزراعية والمائية، فبراير، الدوحة، ص٦٧.
- أحمد أحمد السيد مصطفى (١٩٨٢): «حوض وادي حنيفه بالمملكة العربية السعودية - دراسة جيومورفولوجية» رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإسكندرية.
- أحمد سالم (١٩٨٥): «حوض وادي العريش - دراسة جيومورفولوجية» رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة، القاهرة، ٣٨٥ص.
- أحمد نجم الدين فليجه (١٩٧٦): «الجغرافيا العملية والخرائط» ط٣، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، ٣٥٦ص.
- الجامعة الأمريكية - قسم النشر (١٩٦٨): «المعجم العلمي المصور» الطبعة العربية، القاهرة، ٦٧٩ص.
- إدارة البحوث الزراعية والمائية: نشرة سنوية يصدرها قسم الأرصاد الزراعية والمائية، للفترة ١٩٨٠-١٩٩٤، الدوحة.
- إدارة الطيران المدني - قسم الأرصاد الجوية «تقارير المناخ السنوي» ٧١-٩٤، الدوحة.
- إدارة الطيران المدني - قسم الأرصاد الجوية «بيانات إحصائية عن الأحوال الجوية في مدينة الدوحة» للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، الدوحة.
- السيد الحسيني إبراهيم (١٩٧٥): «التحليل الميكانيكي للرواسب وتطبيقه على بعض مدرجات مصر العليا، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، العدد الأول، السنة الأولى، القاهرة، ص٣٦٣-٣٧٧.
- المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية (١٩٦٥): «المصطلحات الجغرافية» القاهرة، ١٣٨ص.
- المساحة الجيولوجية الأمريكية - وزارة الداخلية (١٩٥٨): الخريطة الجيولوجية لغرب الخليج الفارسي (العربي)، مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠، رقم ٢٠٨، واشنطون.

- آمال إسماعيل شاور (١٩٨٢): «التغير الكمي لدورة التعرية عند ديفيز، المجلة الجغرافية العربية، العدد ١٤، القاهرة.
- الأدميرالية البحرية البريطانية: لوحة رقم ٢٨٨٦، ٣٥١٧، ١٩٧٤، ١٩٧٧.
- ج.ج. لوريمر (١٩٧٥): دليل الخليج - القسم الجغرافي، ديوان أمير دولة قطر، الدوحة.
- جودة حسنين جودة (١٩٨٥): «طرق بحث بتروجرافية للدراسة الجيومورفولوجية» عن كتاب: صحاري العرب - دراسة في الجيومورفولوجيا المناخية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ص٤٣٢-٤٦٨.
- جورج و. باركلي (١٩٦٨): «أساليب تحليل البيانات السكانية» ترجمة سعد زغلول أمين وعبد الخالق ذكري ومحمد السعدي الخضري، معهد البحوث والدراسات الإحصائية، القاهرة، ص٢٥-٨٣.
- حسن رمضان سلامة (١٩٨٣): «مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٥٣، الكويت، ٥٣ص.
- حسن رمضان سلامة (١٩٨٥): «الاختلاف التصريف المائي للأودية الصحراوية في الأردن» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٧٥، الكويت، ٧٤ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٧٦): «الاقيانوغرافيا - دراسات في جغرافية البحار والمحيطات»، ط٢، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، ٦٦٦ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٨٠): «معالم سطح الأرض» دار النهضة العربية، بيروت، ٦٣٨ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٦٦): «أصول الجيومورفولوجيا - دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض»، ط٢، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، ٧٥٧ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (بدون تاريخ): «أصول الجغرافيا المناخية» مؤسسة الثقافه الجامعية، الإسكندرية، ٥٥٤ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٨٦): «الخليج العربي - تطوره الباليوجرافي وتذبذب مستوى سطح مياهه منذ عصر البلايستوسين حتى الوقت الحاضر، جامعة الإمارات، مجلة كلية الآداب، العدد ٢، العين، ص٢١-٥٤.

- حسن عبد القادر صالح (١٩٧٧): «موارد المياه الجوفية في الأردن» مجلة معهد البحوث والدراسات العربية، العدد الثامن، إبريل، القاهرة، ص٩٥-١٤٥.
- دولة قطر - الأشغال العامة - قسم المساحة: خرائط قطر الطبوغرافية (١٥) لوحة، مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠، الدوحة، ١٩٧٦، ١٩٧٧.
- دولة قطر - الأشغال العامة - قسم المساحة (١٩٧٥): «خريطة قطر الكنتورية» مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - الأشغال العامة - قسم المساحة (١٩٨١): «خريطة قطر الطبوغرافية» مقايس رسم ١ : ٢٠٠٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - الجهاز المركزي للإحصاء: «المجموعة الإحصائية» للفترة بين (١٩٨٠-١٩٩٥) الدوحة.
- دولة قطر - إدارة الشؤون الإعلامية، خريطة قطر الطبوغرافية مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - ١٩٧٠ - إدارة شؤون البترول: «خريطة قطر الجيولوجية» مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - المركز الفني للتنمية الصناعية (١٩٨٠): «خرائط قطر الجيولوجية (ثلاث لوحات)» مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - المركز الفني للتنمية الصناعية (١٩٨٠): «خريطة قطر الجيولوجية (لوحة واحدة)» مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - (١٩٧٣): «الحصر الاستكشافي للتربة وتصنيف الأراضي، الدوحة.
- دولة قطر - (١٩٧٧): وزارة المالية والبترول، صناعة الزيت في قطر، الدوحة.
- سعد عبد الكريم (١٩٦٤): «معجم الجيولوجيا» من مجلة مجمع اللغة العربية - الجزء السابع عشر، القسم الخامس - في المصطلحات، القاهرة، ص١٢٥-٢٢٨.
- سليمان محمود سليمان (١٩٧٥): «جيولوجية قطر ونشاطها التعديني» بحث مقدم للمؤتمر العربي الثاني للثروة المعدنية المنعقد في جده، الدوحة.
- صلاح الدين بحيري (١٩٧٢): «جغرافية الصحاري العربية»، دار الجامعات العربية، عمان، ١٩٢ص.

- صلاح الدين بحيري ومضيوف الفرا: جوانب من جغرافية قطر، الجمعية العلمية الملكية (بدون تاريخ)، عمان، ١٢٧ص.

- طه محمد جاد (١٩٨٤): «بعض مظاهر التعميم والتقريب في جمع البيانات الجيمورفلوجية وتحليلها» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٧٢، الكويت، ٤٩ص.

- طه محمد جاد: «تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جمرفلوجي»، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٧٨، ١٤٨ص.

- عادل عبد السلام (١٩٧٥): جيومورفولوجية البحرين، من كتاب: دولة البحرين - دراسة في تحديات البيئة والاستجابة البشرية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص٧٦-١١٠.

- عادل عبد السلام (١٩٧٥): «مناخ البحرين»، من كتاب: دولة البحرين - دراسة في تحديات البيئة والاستجابة البشرية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص١١١-١٢٠.

- عادل عبد السلام (١٩٧٨): الأراضي التي عليها الدولة، من كتاب: دولة الإمارات العربية - دراسة مسحية شاملة، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص٨٥-١٨٥.

- عبد الرحمن الشريف (١٩٦٩): منطقة عنيزة - دراسة إقليمية، مطبعة النهضة العربية، القاهرة.

- عبد العزيز طريح شرف (١٩٨٥): «الجغرافيا المناخية والنباتية»، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، ٤٣٢ص.

- عبد الله صلات وآخرون (١٩٧٦): «ملخص جيولوجية قطر» إدارة شؤون البترول، الدوحة، ٢٦ص.

- عبد الله عويس (١٩٧٥): «بحوث العمليات الإحصائية في الجغرافيا» معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ١٤٢ص.

- عبد الملك كليب (١٩٩٠): «مناخ الخليج العربي» دار السلاسل، الكويت، ١٣٩ص.

- عبد الملك كليب (١٩٨٥): «الطقس والمناخ في الكويت، الكويت.
- عزت علي قرني (١٩٨٨): «تطبيق النماذج البيانية لتقدير المتوسط السنوي العياري للتساقط المطري كعنصر أساسي للتغذية في الموازنة المائية لمصادر المياه الجوفية في شبه جزيرة قطر»مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ٥٣، السنة ١٤، الكويت، ص١٥١-١٧٤.
- علي عبد الوهاب شاهين (١٩٧٠): «رأي في تعريب المصطلحات الجيومورفولوجية»، المجلة الجغرافية العربية، العدد الثالث، القاهرة، ص٤٢-٤٦.
- علي عبد الوهاب شاهين (١٩٥٦): «الخريطة الكنتورية في دراسة الجيومورفولوجيا» الموسم الثقافي للجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
- فتحي عبد العزيز و ماضي (١٩٨٣): «الأساليب الكمية في الجغرافيا» دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٧٨١ص.
- فتحي محمد أبو عيانة (١٩٨١): «مدخل إلى التحليل الإحصائي في الجغرافيا» دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١١٨ص.
- كمال البتانوني (١٩٨٦): «البيئة وحياة النبات في دولة قطر» جامعة قطر، الدوحة، ٤١٤ص.
- كنيث والطون: «الأراضي الجافة»، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٧٦، ٣٩٢ص.
- لويس معلوف (١٩٦٦): «المنجد في اللغة والأدب والعلوم»، المطبعة الكاثوليكية، بيروت.
- مجمع اللغة العربية (١٩٧٤): «المعجم الجغرافي» بإشراف د. محمد محمود الصياد، القاهرة، ١٨٥ص.
- محمد سعيد البارودي (١٩٨٦): «الميزانية المائية لحوض وادي فاطمة» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا، والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٨٨، الكويت، ٦٠ص.
- محمد شفيق الصفدي (١٩٧٣): «المياه الأرضية في الجزيرة العربية»، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، سلسلة الدراسات العلمية رقم ٢، القاهرة، ص١٧٣-٢٠٦.
- محمد صبحي عبد الحكيم وماهر الليثي (١٩٦٩): «علم الخرائط»، ج١، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ٣٥٠ص.

- محمد صفي الدين أبو العز (١٩٧٦): «قشـرة الأرض - دراسة جيومورفولوجية» دار النهضة العربية، القاهرة، ١٣٣ص.

- محمد صـفي الدين أبو العز (١٩٦٥): «مورفولوجية الرفارف القـارية» حوليات كلية الآداب - جامعة القاهرة، المجلد ٢٢، العدد الثاني، ص٢٧.

- محمـد عادل أحمد يحيـى (١٩٨٣): «أطلس الصور الفضائية لدولة قـطر من القمر الصناعي (لاندسات)، الدوحة ١٦٦ص.

- محمد عبد الله ذياب (١٩٨٠): «الجغرافية الطبيعية لدولة قطر»، القاهرة، ٣٣٩ص.

- محـمد عـبد الله ذيـاب (١٩٨٩): «أودية كتلتي الجـبال الوسطى والشـميليـة بدولة الإمارات العـربية المتحدة - دراسـة جيومورفـولوجية» رسـالة دكتوره غيـر منشورة، جامعة القاهرة، القاهرة، ٤٩٩ص.

- محمد علي عمر الفرا (١٩٧٣): «مناهج البحث في الجغرافيا بالوسائل الكمية» وكالة المطبوعات، الكويت، ٣٤٢ص.

- محمد علي عـمر الفرا (١٩٧٧): «مشكلة المياه في الكويت»، مجلة معـهد البحوث والدراسات العربية، العدد ٨، إبريل، القاهرة، ص٢٦١-٣٠٢.

- محمد كمال محمود الشلالده (١٩٩٢): «جيومورفولوجية حوض وادي زرقاء ماعين بمرتفعـات شرق الأردن»، رسالة دكتـوراه غير منشـورة، جامعة عين شـمس - كلية البنات للعلوم والآداب والتربية، القاهرة، ٤٦٤ص.

- محمد متـولي موسى (١٩٧٠): «حوض الخليج العربي - ظروفه البيئيـة والطبيعية»، ج١، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص٥٠، ١٦٠.

- محمد متولي ومحمود أبو العلا (١٩٨١): «جغرافية الخليج - الخليج العربي وخليج عمان ودول شـرق الجزيرة العربية - البـاب الأول - البيئة الطبـيعية» مكتـبة الفلاح، الكويت، ص٧-١٣٩.

- محمـد محمد سطيحـه (١٩٧٢): «دراسات في علم الخرائط» دار النهضـة العربية، القاهرة، ٣٥٧ص.

- محمد محمود الصياد (١٩٧٠): «عن الجمهورية العربية المتحدة»، دار النهضة العربية، بيروت، ص٧٧.
- محمود عاشور وآخرون (١٩٩١): «السبخات في شبه جزيرة قطر - دراسة جيومورفولوجية وجيولوجية وحيوية»، مركز الوثائق والدراسات الإنسانية - جامعة قطر، الدوحة، ٥١٤ص.
- نبيل إمبابي (١٩٨٢): «خريطة مورفولوجية لإقليم خور العديد» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٤٧، الكويت، ٣٣ص.
- نبيل إمبابي ومحمود عاشور (١٩٨٣): «الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر»، ج١، ج٢، مركز الوثائق والدراسات الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة، ص٢٤٨، ٢٣٨.
- نبيل إمبابي (١٩٨٤): «التغلغل البحري في الساحل القطري» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٧٠، الكويت، ٥١ص.
- نعمان شحادة (١٩٨١): «الأمطار في دولة الإمارات العربية المتحدة» الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، الكويت، مارس، ٥٣ص.
- نعمان شحاده (١٩٨٦): «فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٨٩، مايو، الكويت، ٦٢ص.
- ياسين طه (١٩٨٠): «سواحل قطر - دراسة جيومورفولوجية»، القاهرة، ص٧٧-٧٨.
- يوسف توني: «معجم المصطلحات الجغرافية»، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٧١، ٦٦٣ص.
- يوسف عبد المجيد فايد (بدون تاريخ): «البنية والتضاريس - تضاريس الأرض الموجبة والسالبة»، دار النهضة العربية، القاهرة، ٣٠٤ص.
- يحيى محمد أبو الخير (١٩٨٥): «قوام التربة بشعيب ناح وأثر مياه الري على خصائصها» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٨٤، الكويت، ١٩ص.

ثانيا:المصادر والمراجع غير العربية:

- Admiralty Charts: Plans in the Persian (Arabian) Gulf, Prepared by the British Admiralty, London.

1. Jazirat Halul, Sheet No. 3517, Scale 1:12500, Oct., 1967.
2. Persian Gulf, Western Sheet No. 2817, Scale 1:750000, May 1971.
3. Ad-Dawha Harbour, Sheet No. 3786, Scale 1:25000, Nov., 1971.
4. Fash Al-Arif to Ad-Dawha, Sheet No. 3787, Scale 1:50000, June 1977.
5. Jazirat -ye Lavan and And Jazirat Das to Ras Tannurah, Sheet No. 2886, Scale 1:350000, March 1977.

- Al-Ert, H.A., and Yousif, M.S.M., (1975) "Drainage Basin Analysis in Wadi Araba Area" Gulf of Suez, "EGYPT" Proceedings of the Egyp. Acad. Sci., Vol. XXVIII, PP. 89-107.
- Amojil Drilling Com. (1963) "Report on Ruwais Water Well" No. 1A,- Doha.
- Ba'alabaki, M., (1976) "Al-Mawrid - A Modern English - Arabic Dictionary, 10th Edition, by Dar El-Ilm Lil-Malayeen, Beirut, pp.11-15.
- Babikir, A.A., (1984) "Vegetation and Environment on the Coastal Sand Dunes and Playas of Khor El-Odaid Area, Qatar" Geo Journal, 9.4, D. Reidal Publishing Comp., Dordrech and Boston, pp. 377-385.
- Babikir, A.A. (1984) "Vegetation Changes in the Long Abandoned Farms in Qatar" Pull. Facul. Human. and Soc. Sci. Uni. of Qatar, Vol. 7, Doha pp. 23-36.
- Babikir, A.A. (1985) "The Vegetation of Natural Depressions in Qatar in Relation to Climate and Soil" Dept. of Geog. Uni. of Qatar, Doha, 13p.
- Bagnold, R.A., (1941) "Physics of Blown Sands and Desert Dunes" New York, William Morrow and Co., p. 265.

- Barry, R.G., (1979) "Precipitation" in: Water, Earth and Man, edited by Richard, J. Chorley, Methuen and Co. Ltd., London, pp. 113-128.

- Barry, R.G. and Chorley, R.J. (1972) "Atmospher, Weather and Climate" Methuen and Co. Ltd., London, p 379.

- Blair, T.A. (1960) "Weather Elements" 4th Edition, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, N.J., p. 51.

- Bradshow, J., et al. (1978) "The Earth Changing Surface" E.L.B.S., London, p. 260.

- Breed, C.S., et al., (1979) "Regional Studies of Sand Seas Using Landsat (Erts) Imagery" Chap. K., In: A Study of Global sand seas, edi. by Edwin D. McKee, Geo. Surv. Prof. Paper 1052, Washington, pp. 305-397.

- Breed, C.S. and Grow, T. (1979) "Morphology and Distribution of Dunes in Sand Seas Observed by Reote Sensing" Chap. J., Edt. by Edwin D. McKee, Geol. Surv. Prof. Paper 1052, Washington pp. 253-302.

- Bunting, B.T., (1967) "The Geography of the Soil" Ed., London, p. 117.

- Carlston, C.W., (1963) "Drainage Density and Stream Flow" U.S.Geol. Surv. Prof. paper 422- C. pp. C1-C8.

- Cavelier, C., et al., (1970) "Geological Description of the Qatar Peninsula, Arabian Gulf" Doha, 43p.

- Chapman, R.W., (1971) "Climatic Changes and Evolution of Land-Form in the Eastern Province of Saudi Arabia" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 82, pp. 2713-2728.

- Chorley, R.J. (1979) "The Drainage Basin as the Fundamental Geomorphic Unit" In: Water, Earth and Man., Edi. by R.J. Chorley, London, pp. 77-98.

- Clarke, G.R. (1974) "The Study of Soil in the Field" 5th edi., Oxford Uni. Press, London, pp. 22-44.

- Clarke, J.I., (1966) "Morphometry From Maps" In: Dury, Editor "Essays in Geomorphology", Heinemann Educ. Books, Ltd., London, pp. 235-274.



- Cook, R.U. and Warren, A. (1973) "Geomorphology in Desert" B.T. Batsford Ltd., London, p. 282.
- Cotton, C.A., (1964) "The Control of Drainage of Density" N.Z. Jour. Geol. Geophys, Vol. 7, pp. 384-392.
- Cox, C.B., et al., (1977) "Biogeography" Black Well, London, p. 50.
- Curray, J.R., (1961) "Late Quaternary Sea-Level" Geol. Soc. Amer. Bull. 72, pp. 1707-1712.
- Davies, J.L., (1977) "Geographical Variations in Coastal Development Geomorphology" Texst No. 4 Edi. by K.M. Clayton, London, p. 204.
- Donahue, R.L. (1958) "Soils: An Introduction to Soil and Plant Growth", Prentice-Hall, pp. 21-22.
- Ebert, C.H.V. (1965): Water Resourses and Land Use in the Qatif oasis of Saudi Arabia" Geol. Rev., Vol. 4, pp. 496-509.
- Eccleston B.L., Pike, J.G. and Harhash, I., (1981) "The Water Resourses of Qatar and their Development" Tech. Rep. No. 5, Doha.
- El-Azzabi, A.M. and Alawar, M.A. (1985) "The New Dictionary of Geographical Terms "Edi. by Arab Development Institute, Libiya, 422p.
- Evans, G., (1969) "Stratigraphy and History of the Sabkha, Abu-Dhabi, Persian Gulf (Arabian), John Sedimentology Vol. 12, p. 145-159.
- Evans, O.F., (1942) "The Origin of Spits, Bars and Related Structures: Tour. Geol., Vol. 50, pp. 846-845.
- Eyles, R.J. (1966) "Stream Representation on Malayan Maps" Jour. Trop. Geogr., Vol. 22, pp. 1-19.
- Falcon, N.L. (1973) "Vertical and Horizontal Earth Movements" In: The Musandam Expedition 71/72, Geogrl. Jour., Vol. 139, Oct., Part 3, pp. 404-409.
- Fairbridge, R.W. (1961) "Eustatic Changes in Sea Level" Physics and Chemistry of the Earth, Vol. 4, pp. 99-185.
- Fairbridge, R.W. (1968) "The Encyclopedia of Geomorphology" Dowden Hutchinson and Ross Inc., Vol. III, New York, p. 900.



- F.A.O. (1973) "Irrigation Drainage and Salinity" Lodnon, pp. 104-202.

- F.A.O. (1974) "Water Resourses and Use" Tech. Rep., No. 2, Rome.

- Finch, V.C. and Trewartha, G.T., (1942) "Elements of Geography, Phiscal and Cultural" McGraw-hill Book Com. Inc. New York.

- Fisher, W.B. (1963) "The Middle East; A Physical, Social and Regional Geography" Methuen and Co. Ltd., London.

- Fryberger, S.G., (1979) "Dunes Forms and Wind Regions" Chap. F., In: A Study of Global Sand Seas, Editted by Edwin D. McKee, Geol. Surv. Prof. Paper 1052, U.S. Washington, pp. 137-168.

- Gardiner, V., (1975) "Drainage Basin Morphometry" British Geomorphology Research Group, Tech. Bull. No. 14, London, 48p.

- Glennie, K.W. (1970) "Desert Sedimentary Environment" Development in Sedimentary, No. 14, Elsevier Publish. Co. Amesterdam, 222p.

- Gregory, K.J. and Walling, D.E. (1973) "Drainage Basin Form and Process - A Geomorphological Approach "Edward Arnold, London, 458p.

- Gregory, S. (1973) "Statistical Methods and the Geographers" 3rd Edi. Longman Group Ltd., London, 271p.

- Hack, J.I., (1957) "Studies of Longitudinal Streams of Profiles in virginia and Maryland, U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 294-B, pp. 45-97.

- Hanwell, J.D. and Newson, M.D. (1973) "Techniques in Physical Geography" Macmillan Education Ltd., London, 230p.

- Holm, P.A. (1960) "Desert Geomorphology in the Arabian Peninsula" Science, Vol. 132, pp. 1369-1376.

- Horton, R.E. (1945) "Erosional Development of Streams and their Drainage Basins, Hydrological Approach to Quantitative Morphology" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 56, pp. 275-370.

- Houbolt, J.J. (1957) "Surface Sidiments of the Persian (Arabian) Gulf, Springer Verlag, Berlin, pp. 11-32.

- Howard, J., Critchfield (1966) "General Climatology" Prentice-Hall, N.J., 2nd Edi., pp. 37, 56-59.

- I.D.T.C. (1980) "Qatar Geological Map, Explanatory Booklet, Selstrust Eng. Ltd., London, 20p.

- Ismail, A.M.A. and Babikir, A.A.A. (1986) "The Controversy Over Distribution of Desert Plants and the Pattern of Perennial Shurbs in the Eastern Part of the Arabian Desert" Jour. of Arid Envir., Vol. 10, London, pp. 29-38.

- Jewett, T.W., (1966) "Soils of the Arid Lands" Edited by E.S., Hills, the Arid Zones, UNESCO, 153p.

- Johnson, D.H. 91978) "Gulf Coastal Region and its Hinterland" in: El-Sayriss and Zoti J.G., pp. 45-77.

- Johnstone, N.E. and Stern, S.R. (1972) "Technical Report on the Hydrogeological of Qatar" FAO Project Working Paper, Doha.

- Kassler, P., (1973) "The Structure and Geomorphic Evolution of the Persian (Arabian) Gulf" In: Purser, B.H., the Persian (Arabian) Gulf, Springer Verlag, Perlin, pp. 11-32.

- King, C.A.M. (1966) "Technicuqes in Geomorphology" Edward Arnold, London, 342p.

- King, C.A.M. (1972) "Beaches and Coasts" St. Martin's Press, New York, 2nd Edition, 570p.

- King, L.J. (1969) "Statistical Analysis in Geography" Prentice-Hall, Inc., London, 288p.

- Langbein, W.B. (1947) "Topographical Characteristic Evolution of the Drainage Basins" U.S. Geol. Survey Water Supply paper 968-C, pp. 125-157.

- Le-Grand Adsco Ltd., (1959) "Report on the Brackish Water Supplies of Doha and Wakrah Districts" Qatar.



- Le-Grand Adsco Ltd. (1959) "The Fresh Water Resourses of Northern Qatar "Minegraphed Report to Government of Qatar.

- Leopold, L.B., et al. (1964) "Fluvial Processes in Geomorphology" W.H. Freeman and Comp., San Francisco and London, 522p.

- Madkour, M. and Al-Shaikh, S. (1973) "A Reconnaissance Soil Survey and Land Classification" UNDP, FAO, Rome.

- Markhan, G.G., (1970) "Seasonability of Precipitation" Ann. Ass. Amer. Geogr., Vol. 60, pp. 593-597.

- Meigs, P. (1966) "Geography of Coastal Desert" Arid Zone Research", XXCII, UNESCO.

- Melton, M.A. (1958) "Correlation Structure of Morphometric Properties of Drainage Systems and their Controlling Agents" Jour. Geol. Vol. 66 (4), pp. 442-460.

- Melton, M.A. 91958) "Geomorphic Properties of Mature Drainage Basins and their Representation in a E4 Phase Space" Jour. Geol., Vol. 66, pp. 35-54.

- Miles, M.K. and Gilderslevees, P.B. (1977) "A Statistical Study of the Likely Causative Factors in the Climate Fluctuation of the Last 100 Years" Meteorological Magazine, Vol. 106, pp. 314-322.

- Miller, V.C., (1953) "A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain-Area "Virginia and Tennessee of Nav. Res. Proj. NR. 384-042, Tech. Rep. 3 (Colompia Univ. Ph. Dissertation) 30p.

- Mılton, L.E. (1965) "Quantitative Expressions of Drainage Net Patterns" Ausr. J. Sci., Vol. 27, No. 8, pp. 238-240.

- Monkhouse, F.J. and Wilkinson, H.R. (1971) "Maps and Diagrams" Methuen and Comp. Ltd., London, 527p.

- Monkhouse, F.J., et al. (1983) "A Dictionary of Geography and the Natural Environment" Edi. by Edward Arnold Ltd, London, 381p.



- Morisawa, M.A. (1962) "Quantitative Geomorphology of Some Watershed in the Appalachian Plateau" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 73, pp. 1025-1046.

- Obied, M., (1975) "A Study of the Natural Vegetation of Qatar" UNDP. FAO Rome.

- Ollier, C.D. (1979) "Weathering" Edi. by K.M. Clayton, Longman Group Limited, London, 304p.

- Pike, J.G., et al. (1975) "Rainfall and Recharge Over Qatar" Tech. Note, No. 24, Doha.

- Pike, J.G., et al. (1977) "The Water Resources of Qatar and their Development" Tech. Rep. No. 1, UNDP. FAO, Rome.

- Purser, B.H. and Seibold, E. (1973) "The Principal Environmental Factors Influencing Sedimentation and Diagenesis in the persian (Arabian) Gulf" In: The Persian (Arabian) Gulf, Springer-Verlag, pp. 1-9.

- Robinson, H., (1978) "Biogeography" E.L.B.S., London, pp. 78-82.

- Sabek, J., (1974) "Trilingual Dictionary, English-French-Arabic" Edi., by Dar El-Sabek, Beirut, 1936p.

- Schumm, S.A. (1956) "Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Berth Amboy, New Jersey" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 67, pp. 597-646.

- Shehadah, N. (1976) "The Variability of Rain in Jordan" Dirasat, Vol. 3, pp. 67-85.

- Shinn E.A. (1973) "Sedimentary Accretion along the Leeward S.E. Coast of Qatar Peninsula" Persian (Arabian) Gulf, In: The Persian (Arabian) Gulf, Edi. by Purser, B.H., Springer-Verlag, Berlin, pp. 199-209.

- Shinn E.A. (1973) "Carbonate Coastal Accretion in an Area of Longshore Transport, N.E. Qatar" Persian (Arabian) Gulf, In: The Persian (Arabian) Gulf, Edi. by Purser, B.H., Springer-Verlag, Berlin, pp. 179-191.



- Shreve, R.L. (1974) "Variation of Mainstream Length With Basin Area in River Networks" Water Resources. Research, Vol. 10, No.6, pp. 1167-1177.

- Singh, S. (1967) "On Quantitative Parameters for the Competation of Drainage Density, Texture and Frequency, A Case Study of a Part of Ranchi Plateau" National Geographer, Vol. XI, No. 1, pp. 21-31.

- Smart, J.S. (1978) "The Analysis of Drainage Network Composition" Earth Surface Processes, Vol. 3, pp. 129-170.

- Smith, K.G. (1950) "Standard for Grading Textures of Erosional Topography" Amer. Jour. Sci., Vol. 248, pp. 655-668.

- Stamp, S.D. and C.A.N. (1979) "A Glossary of Geographical Terms" 3rd Edi. Longman, London, 571p.

- State of Qatar (1972) "Oil Industry in Qatar" Doha, p. 15.

- Strahler, A.N. (1950) "Equilibrium Theory of Erosional Slope Approached by Frequency Distribution Analysis" Amer. Jour. Soc., Vol. 248, pp. 673-696.

- Strahler, A.N. (1952) "Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol.63, pp. 1117-1142.

- Strahler, A.N. (1957) "Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology" Amer. Geophys. Union Trans. Vol. 38, pp. 913-920.

- Strahler, A.N. and Strahler, A.H. (1978) "Modern Physical Geography" John Wily and Sons, New York, pp. 148-167.

- Sumner, G.N. (1978) "Morphometric for Physical Geographers" Edward Arnold, London, 236p.

- Thesiger, W. (1946) "A New Journy in Southern Arabia "Geog. Jour., Vol. 108, p. 136.

- Trewartha, G.T. (1954) "An Introduction to Climate" McGraw-Hill, N.Y., pp. 120-125.



- Troeh, F.R. (1965) "Landforms Equations Fitted to Contour Maps", Am. Jour. Sci., Vol. 263, pp. 616-627.

- U.N., Water Resources Project Planning (1972) Water Series, No. 41, New York, p. 81.

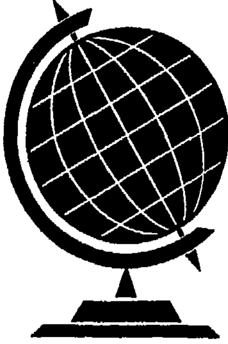
- Vita-Finzi, C. (1973) "Late Quaternary Subsidence" In: the Musandam Expedition 1971-1972, Geol. Jour., Vol. 129, Part 2.

- Walts, J.P. (1979) "Ground Water" In: Water, Earth and Man, Edi by R.J. Chorley, Methuen and Comp. Ltd., London, pp. 259-267.

- Williamson, T.R. and Pomeral, H. (1938) "Geology of Qatar peninsula" Typecript, Doha.

- Wilson, A. (1942) "The Persian (Arabian) Gulf-Pilot" 9th Edi., London.

- Young, A., (1971) "Slope Profile Analysis" The System of Best Units, In: Slopes-Form and Process, D. Brundsen (ed.), pp. 1-13.



الملاحق

أولا: جداول الفصل الرابع - مناخ شبه جزيرة قطر.

ثانيا: جداول الفصل السادس - موارد المياه في شبه جزيرة قطر.

ثالثا: تعريب المصطلحات العلمية التي وردت في فصول الكتاب.

أولا : جداول الفصل الرابع - مناخ شبه جزيرة قطر

جدول رقم (٤-١)
مفردات النهاية العظمى والصغرى لدرجات الحرارة
في مواقع الرصد الرئيسية (درجة مئوية) للفترة (١٩٦٢-١٩٩٣)

عدد السنوات والمحطة	الشهر / العناصر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
الدوحة ٣٢ سنة	متوسط النهاية العظمى	٢١,٤	٢٢,٧	٢٦,١	٣١,٩	٣٨,٣	٤١,٢	٤١,٥	٤٠,٧	٣٨,٦	٣٥,٤	٢٩,٦	٢٤,٤	٣٢,٧
	متوسط النهاية الصغرى	١٢,٧	١٣,٨	١٦,٧	٢٠,٧	٢٥,٣	٢٧,٩	٢٩,٣	٢٩,٣	٢٦,٩	٢٤	١٩,٧	١٥,٤	٢١,٨
	المدى الحراري	٨,٧	٨,٩	٩,٩	١١,٢	١٣	١٣,٣	١٢,٦	١١,٤	١١,٧	١١,٤	٩,٩	٩	١٠,٩
روضة الفرس ١٢ سنة	متوسط النهاية العظمى	٢١,٨	٢٣	٢٧,١	٣٣,٥	٣٩,٤	٤١,٤	٤٣	٤٢,١	٤٠,٧	٣٦,٢	٣٠,١	٢٤,١	٣٣,٥
	متوسط النهاية الصغرى	١٠,٥	١١,٢	١٤,١	١٨,٢	٢٢,٦	٢٤,٧	٢٦,٢	٢٦,١	٢٣,٣	٢٠,١	١٦,٤	١٢,٧	١٨,٨
	المدى الحراري	١١,٣	١١,٨	١٣	١٥,٣	١٦,٨	١٦,٤	١٦,٨	١٦	١٧,٤	١٦,١	١٣,٧	١١,٤	١٤,٧
الطوارية ١١ سنة	متوسط النهاية العظمى	٢١,٣	٢٢,٧	٢٦,٩	٣٣,٥	٣٩,٩	٤١,٥	٤٣,٦	٤٢,٨	٤١,١	٣٦,١	٢٩,٨	٢٣,٥	٣٣,٦
	متوسط النهاية الصغرى	١٠,١	١١,٢	١٤,٤	١٩	٢٣,٧	٢٥,٧	٢٧,٢	٢٧,١	٢٤,٦	٢١	١٧	١٣	١٩,٥
	المدى الحراري	١١,٢	١١,٥	١٢,٥	١٤,٥	١٦,٢	١٥,٨	١٦,٤	١٥,٧	١٦,٥	١٥,١	١٢,٨	١٠,٥	١٤,١
أبو سمرة ١٣ سنة	متوسط النهاية العظمى	٢٠,٤	٢١,٧	٢٥,٧	٣١,٥	٣٥,٧	٣٧,١	٣٨,٩	٣٨,٩	٣٧,٧	٣٣,٥	٢٧,٩	٢٢,٧	٣١,٠
	متوسط النهاية الصغرى	١٠,٢	١٢	١٥	١٩,٧	٢٣,٧	٢٥,٤	٢٦,٩	٢٧,١	٢٤,٥	٢٠,٤	١٦,٢	١٢,٢	١٩,٤
	المدى الحراري	١٠,٢	٩,٧	١٠,٧	١١,٨	١٢	١١,٧	١٢	١١,٨	١٣,٢	١٣,١	١١,٧	١٠,٥	١١,٥
مسيعيد ١٠ سنوات	متوسط النهاية العظمى	٢١,٢	٢٢,٤	٢٦,٢	٣٢,١	٣٨,٧	٤١,٧	٤٢	٤٠,٥	٣٧,٩	٣٤,٢	٢٩,٥	٢٤	٣٢,٦
	متوسط النهاية الصغرى	١٠,٨	١٢,١	١٥,١	١٩,٢	٢٣	٢٤,٩	٢٤	٢٧,١	٢٥,٢	٢١,٨	١٨	١٤,٢	١٩,٦
	المدى الحراري	١٠,٤	١٠,٣	١١,١	١٢,٩	١٥,٧	١٦,٨	١٨	١٣,٤	١٢,٧	١٢,٩	١١,٥	٩,٨	١٣,٠
الرويس ١٠ سنوات	متوسط النهاية العظمى	١٩,٣	٢٢,١	٢٤,٤	٢٩,١	٣٣,٧	٣٥,٣	٣٧	٣٧	٣٥,٧	٣٢,٦	٢٧,٧	٢٢,٦	٢٩,٧
	متوسط النهاية الصغرى	١٣,٧	١٤,٨	١٧,١	٢١	٢٥,٤	٢٧,٥	٢٨	٢٨,٧	٢٦,١	٢٣,٤	٢٠	١٦,٣	٢١,٨
	المدى الحراري	٥,٦	٦,٣	٧,٣	٨,١	٨,٣	٧,٨	٩	٨,٣	٩,٦	٩,٢	٧,٧	٦,٣	٧,٨

جدول رقم (٤-٢)

المعدلات الشهرية لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح وسرعتها (عقدة/ الساعة) في موقع رصد الدوحة

الاتجاه / الشهر	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
يناير	٨,٩	٧,٧	٤,٣	١٣,٤	٢,٥	٥	٨,٩	٤٩,٧	٢,٦
فبراير	١١	١٢	٦,٤	١٧	٢,٤	٣,٦	٥,٧	٣٨,٨	٣,١
مارس	١٣,١	١٥,٦	٨,٤	١٥,٨	٢,٩	٥,٢	٤,١	٣٢,١	٢,٨
ابريل	١٦,٦	١٦,٤	٧,٦	١٤,٨	٣,٧	٧,٢	٥,٨	٢٦	١,٩
مايو	١٩,٣	١٨	٥,٥	٨,٨	٢,٣	٦,٢	٥,٩	٣١,٤	٢,٦
يونيو	١٨,٥	١٤,٧	٣,١	٣,١	٠,٧	٥,١	٨,١	٤٤,٢	٢,٥
يوليو	١٥,٢	٢٣	٦,٥	٦,٤	١,٤	٧	٨,٥	٢٨	٤
أغسطس	١٤,٧	٢١,٩	٨,٣	٧,٨	١,٥	٦,١	٨	٢٧,٨	٣,٩
سبتمبر	١٣,٤	٢٤,٧	١١,١	٩,٨	١,٦	٦,٨	٨,٣	١٨,٨	٥,٥
أكتوبر	١٣,٧	١٨,٩	٨,٩	١١,٧	٣	٧,٣	٧,٥	٢٤,١	٤,٩
نوفمبر	١٥,٤	١٢,٩	٥,٢	١١,٢	٣,٢	٥,٥	٥,٨	٣٦,٥	٤,٣
ديسمبر	١٠,٥	٦,٦	٣,٨	١٣,٨	٤,٢	٥,٩	٨,٤	٤٢,٩	٣,٩
المجموع	١٧٠,٣	١٩٢,٤	٧٩,١	١٣٣,٦	٢٩,٤	٧٠,٩	٨٥	٤٠٠	٤٢
المتوسط	١٤,٢	١٦,٠	٦,٦	١١,١	٢,٥	٥,٩	٧,١	٣٣,٤	٣,٥

تم رسم محصلة الرياح من واقع قيم المتوسط.

جدول رقم (٤-٣)

المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لسرعة الرياح في موقع رصد الدوحة

عقدة/ الساعة (١٩٧٤-١٩٩٤)

السنوات / الأشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٧٤	١١,٨	١١,٤	١١,١	١٣,٧	١١,٩	١١,١	١٠,٩	١٢,١	٨,٢	٧,٦	٧,٩	١١,٥	١٠,٨
٧٥	٩,٣	٩,٤	١٢,٥	٩,١	١١,٩	١٤,٥	١١,٣	١٠,٥	٧,٦	٩,٣	٩,٤	٩,٨	١٠,٤
٧٦	٧,٢	٨,٥	٧,٣	٨,٢	٨,٥	٧,٩	١٠,٥	١٠,٦	١٠,٤	٨,٣	٩,٩	٨,٢	٨,٨
٧٧	١١,٦	٩,٣	١٠,٧	١١,٩	١٠,٨	١١,٣	١١,١	٨,٨	٨	٩,٧	١١,٤	٩,١	١٠,٣
٧٨	١١	٨,٩	١٠,٥	١٠,٨	١١,٣	١٢,٦	٨,٩	١٠,١	٦	٦,١	٩,٩	٧,٨	٩,٥
٧٩	٨,٥	٨,٥	١٠,١	٧,٨	٧,١	١٢,٣	٩,١	٩,٥	٥,٦	٧,٣	٥,١	٨,٩	٨,٣
٨٠	٩,٤	٩,٥	٩,٨	٩,٦	٨,٩	١٠,١	٨,٥	٨,٧	٦,٦	٦,٨	٥,٨	٧,٨	٨,٥
٨١	٩,١	٩,٦	٨,٨	١٠	١١,٢	٨,٤	٧,١	٨,٣	٦,٧	٦,٦	٧,٦	٦,٣	٨,٣
٨٢	٨,٤	٩,٩	٩,١	٨,١	٩,١	٩,٣	٨,٤	٩,٢	٥,٥	٨,٤	١٢,٢	٨,٢	٨,٨
٨٣	٩,١	٨,٨	٨,٢	٨	٧,٨	١١	٧	٩,١	٦	٧,٥	٥,٩	٧,٩	٨,٠
٨٤	٧,٧	٩,٥	١٠,٣	١٠,٥	٩,٩	١١,١	٨,٥	٩,٧	٧,٢	٧,١	٧,٢	٧,٧	٨,٩
٨٥	٧,٨	١٠,٢	٩,٨	٩,٢	٩,٤	١٠,٦	١٠,٢	٧,٤	٦,٣	٨,٢	٧,١	٨,٣	٨,٧
٨٦	٦,٨	٨,٩	٩	٨,٦	٩,٥	١٣,٤	٧,٤	٦,٥	٦,٣	٦,١	٩,٢	٩,٣	٨,٤
٨٧	٨,٢	٧,٤	٧,٢	٩,٤	٧,٤	١٠,٦	٧,٣	٩,٣	٧,٣	٧,٩	٧,٧	٧,٧	٨,١
٨٨	٨,٣	٩,٨	١٠,٥	٨,٥	١١,٧	٩,٥	٥,٨	٦	٦,٣	٥,٩	٧,١	٧	٨,٠
٨٩	٨,٣	٨,٥	٨,٣	٧,٦	١٠	١٠	٥,٩	٦,٤	٦,٥	٦,٢	٧	٧,٨	٧,٧
٩٠	٨,٢	٩,٢	٨,٩	٩,٧	٩	١٠,١	٨,٢	٧,٤	٦,٤	٦,٨	٦,٥	٦,٣	٨,١
٩١	٧,٤	٨,٨	٨	٩	١٠,٣	٩,٣	٨	٧,٢	٦,٩	٧,٢	٥,٥	٨,٤	٨,٠
٩٢	٨,٢	٨,٦	٨,٨	٧,٦	٩	٩,٦	٩,٢	٧,٤	٦,٣	٦	٦,٧	٨,١	٨,٠
٩٣	٧,٤	٨,٤	٩,٨	٧,٥	٩,٣	٩,١	٧,٤	٧	٥,٦	٥,٦	٧,٣	٦,٣	٧,٦
٩٤	٦,٧	٨,٧	٨,٥	٧,١	٩,٧	١٠,٥	٩,٨	٧,٣	٧,١	٦	٨,٢	١٢,٥	٨,٥
المعدل الشهري	٨,٤	٩,٠	٩,١	٨,٩	٩,٥	١٠,٤	٨,٣	٨,٢	٦,٧	٧,٠	٧,٨	٨,١	٨,٤

تابع جدول رقم (٤-٣)

المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لسرعة الرياح في موقع رصد الدوحة

عقدة/ الساعة (١٩٧٤-١٩٤٤)

الأشهر / السنوات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٨٠	٢,٦	١,٩	٢,٢	٢,٩	٣,١	٣,٧	٢,٥	٢,٨	١,٧	١,٩	١,٤	٢	٢,٤
٨١	٢,٤	٢,٧	٢,٤	٢,٧	٣,٦	٣,٣	٢,٧	٢,٥	١	١	٢	١,٤	٢,٣
٨٢	٢,١	٢,٨	٢,١	٢,٤	٢,٧	٣,٣	٢,٧	٣,١	١,٤	١,٤	٢,٢	٢	٢,٤
٨٣	٢,٦	٢,٤	٢,٤	١,٩	٢,٧	٤,٦	٢,٩	٢,٢	٢,٤	١,٩	١,٤	٢,١	٢,٥
٨٤	١,٢	٢,٧	٢,٥	٢,٣	٢,٣	٢,٩	٢,٧	١,٨	١,٨	١,٨	١,٦	٢,١	٢,١
٨٥	٢,٣	٢,٤	٢,٧	٣	٢,٩	٤,١	٢,٨	٤,١	١,٥	٢,١	١,٦	٢,٥	٢,٧
٨٦	١,٦	١	٢,١	٢,٣	٢,٩	٣,٩	٢,٣	٢	١,٨	١,٨	٢	٢,١	٢,٢
٨٧	٢	٢,٣	٢,٥	٢,٥	٢,٣	٣,٣	٢,٣	٢,٩	٢	٢	٢	٢	٢,٣
٨٨	٢,١	٢,٣	٢,٧	٢,٣	٢,٧	٢,٧	٢,٣	٢,١	٢	١	١,٦	٢	٢,٢
٨٩	٢,٣	٢,١	١,٨	٢	٢,٩	٣,٧	٢,١	٢,١	٢	١,٨	١,٦	١,٨	٢,٢
٩٠	٢	٢,٣	٢,٥	٢,٩	٢,٩	٣,٧	٣,١	٢,٧	٢,٣	٢,٥	٢	٢,١	٢,٦
٩١	٢,١	٢,٧	٢,٧	٣,٥	٤,٣	٣,٩	٣,٣	٣,٥	٢,٧	٢,٧	٢,٣	٢,٧	٣,٠
٩٢	٣,١	٣,٥	٣,٣	٢,٩	٣,٥	٤,٣	٤,١	٢,٩	٢,٥	٢,٣	٢,١	٢,٥	٣,١
	١٣ سنة (ثلاثة عشر سنة)												
المتوسط الشهري	٢,٢	٢,٤	٢,٥	٢,٦	٣,٠	٣,٦	٢,٨	٢,٧	١,٩	١,٩	١,٨	٢,١	٢,٤

جدول رقم (٤-٤)
فئات معدل سرعة الرياح (عقدة/ الساعة) واتجاهاتها
في موقع رصد الدوحة

فئات السرعة / الاتجاه	أقل من ٥	٥ ـ ١٠	١٠ ـ ١٥	أكثر من ١٥
الشمال	٤,٩	٣,٦	٣,٤	٣,٣
شمال شرقى	٤,١	٧,٩	٣,٨	٠,١
شرق	٢	٣,٧	١	٠,١
جنوب شرقى	٣,١	٥,٣	٢,٥	٠,٤
جنوب	١,٣	٠,٨	٠,٣	٠,١
جنوب غربى	٤	١,٩	٠,٢	٠
غرب	٤	٢,٩	٠,٥	٠
شمال غربى	٥,٧	١٣,٢	١٠,٥	٤,٩

نفرض أن كل ١٪ = ٣ ملم وعليه يتم توقيع ورسم نموذج لوردة رياح مركبة.



جدول رقم (٤-٥)

المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لكمية التبخر في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٧٦-١٩٩٤)

السنوات / الاشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٧٦	٤,٦١	٣,٨٣	٤,١٥	٧,٦٦	١١,٣	١٣,٩٨	١٥,٢٥٠	١٠,٨٤	٨,٩٦	٧,١٢	٥,٢٩	٣,٣٨	٨,٠٣
٧٧	٣,٢٨	٤,٢٥	٦,٣٧	٨,٩١	١١,٩٨	١٥,٠٥	١٤,٦٤	١٠,٣١	٨,٧٨	٧,٤٨	٥,٢٧	٣,٨١	٨,٣٤
٧٨	٤,٣٦	٤,٣٦	٦,٧٢	٩,٩٨	١٣,١٨	١٤,٤٣	١١,٠٢	١٢,٤٧	٨,٨٢	٦,٣٥	٥,٦٥	٣,٤	٨,٤٠
٧٩	٣,٨٩	٤,٧٩	٥,٧٦	٨,٤٥	٩,٧١	١٥,٠٩	١١,٩٦	١١,٧٨	٧,٨٩	٧,١١	٤,٧	٣,٦٨	٧,٩٠
٨٠	٣,٥٢	٣,٦	٦,٢٦	٩,٦٢	١١,٤٢	١٣,٥٤	١١,٣٢	١٠,٩٧	٧,٨٨	٦,٧٨	٤,٣٧	٣,٥٣	٧,٧٣
٨١	٣,٣٧	٤,٣٧	٥,٩٣	٨,٩٦	١٢,٧٩	١٣,٤١	١٢,٦٧	١١,٦٩	٧,٩٧	٦,٣٢	٥,٠١	٣,٣٣	٧,٩٩
٨٢	٤,٣٤	٥,٠١	٥,٨٥	١٠,٣٢	١٣,١٩	١٥,٣٤	١٣,٩٥	١٣,٦	٩,٣٢	٨,٤٦	٥,٨٣	٣,٧٣	٩,٠٨
٨٣	٤,٣٦	٥,٠٩	٥,٩٤	٨,٣	١٣,٠٩	١٨,٤٤	١٤,١	١١,٣٩	١٠,٥٦	٧,٨١	٥,١٩	٤,٣	٩,٠٥
٨٤	٣,٩٧	٥,٧٥	٧,٧٨	١٢,٤٣	١٣,٩٤	١٧,٢١	١٣,٨٢	١٦,٧٢	٩,١٦	٧,٣٣	٥,٦٢	٣,٨٦	٩,٨٠
٨٥	٣,٦٣	٦,٣٥	٧,٨٨	١٠,٣٢	١٤,٣١	١٦,٣٨	١٤,٦٣	١٠,٣٦	٩,١٢	٩,٠٤	٥,٤٣	٣,٧٩	٩,٢٧
٨٦	٣,٤٨	٤,٨١	٧,٢٤	٨,٩٦	١٣,٨١	١٨,١٢	١١,٩٩	١٠,٥٥	٩,٢٨	٧,٩	٦,١	٣,٦٥	٨,٨٢
٨٧	٣,٣٩	٥,٢٧	٦,٥٦	١٠,١٨	١٠,٩٨	١٥,٩٧	١٢,٤٨	١٢,٤١	٩,١٢	٨,٠٥	٥,١٥	٤,١٨	٨,٦٥
٨٨	٣,٥٣	٤,٢٤	٧,٦	٨,٩٣	١٥,٧٥	١٦,٧٣	١١,٨٧	١١,٤٦	٨,٧٥	٧,٤٨	٥,١٣	٣,٦٧	٨,٧٦
٨٩	٤,٠٨	٤,٧٧	٦,٦٤	٨,٣٩	١٤,٢٧	١٥,٣٢	١٠,٢	١٠,٧٨	٩,٢١	٧,٢٤	٥,٥٣	٣,٥٢	٨,٣٣
٩٠	٣,٦	٤,٨	٧,٥	١٠,٩	١٤,٨	١٥,٨	١٤,٧	١١,٥	٩,٣	٨,١	٥,٣	٤,٣	٩,٢٢
٩١	٣,٥٥	٤,٨٣	٥,٠٥	١٠,٤٥	١٣,٢٧	١٣,١٢	١٢,٠٨	٩,٨٢	٨,٨٤	٦,٦٥	٥,٢٨	٤,٠٣	٨,٠٨
٩٢	٣,٩٦	٤,٨١	٥,٤٥	٨,٩١	١٢,٦٥	١٦,١٩	١٤,٩٩	١٢,١٣	٨,٤٧	٧,١١	٥,٠٩	٣,٨	٨,٦٣
٩٣	٣,٥٥	٤,٧٣	٧,٨٧	٨,٨٨	١٣,٩٢	١٥,٤٨	١٣,٧٥	١٣,٢٥	٩,٩٨	٨,١١	٦,١٦	٤,٢	٩,١٦
٩٤	٤,٧٩	٦,٥٩	٧,٣	٩,٩١	١٤,٧٢	١٧,٧٥	١٨,١٨	١١,٩٤٠	١٠,٨٧	٧,٨	٦,٩٦	٤,٨٣	١٠,١٤
المعدل الشهري	٣,٨٦	٤,٨٦	٦,٥٢	٩,٥٠	١٣,١١	١٥,٦٥	١٣,٣٥	١١,٧٩	٩,٠٧	٧,٤٩	٥,٤٢	٣,٨٤	٨,٧٠

تابع جدول رقم (٤-٥)
المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لكمية التبخر في موقع رصد روضة الفرس للفترة (١٩٨٠-١٩٩٢)

الأشهر / السنوات	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٨٢	٢,٨	٣,١	٤	٨,٤	١٣,٦	١٨	١٤,٩	١٥,١	٨,٨	٦,٨	٤,٣	٣,٩	٨,٦
٨٣	٣,٦	٥	٥,٨	٨,٥	١٤,١	١٨,٦	١٧,٦	١٣,٤	١١,٧	٧	٤,٧	٤,٢	٩,٥
٨٤	٤,٣	٥,٦	٨,١	١٢,٢	١٤,٥	١٧,٤	١٦,٤	١٧,٦	٨,٩	٨,٣	٥,٧	٤,١	١٠,٣
٨٥	٤,٣	٦,٥	٨,٨	١١,٢	١٦,٣	١٨	١٩,٤	١٢,٦	٩,٨	٩,٨	٥,٣	٤,٢	١٠,٥
٨٦	٤	٤,٨	٧,٩	٩,٩	١٥,١	١٩,٥	١٣,٨	١٠,٧	٩,٥	٨,٣	٦,٥	٤,٦	٩,٦
٨٧	٤,٣	٦,٤	٧,٣	١١,٢	١٣,٢	١٧,٧	١٦,٤	١٤,٨	١١,٥	٨,٣	٥,٧	٤,٦	١٠,١
٨٨	٤	٤,٣	٨	١٠,٤	١٦,٧	١٨,٤	١٤	١٤	١٠,٥	٨,٥	٦,١	٤,١	٩,٩
٨٩	٤,٥	٥,١	٧	٩,٩	١٥,٧	١٦,٤	١٢,٥	١٢,٩	١٠,٧	٨,١	٥,٩	٣,٥	٩,٤
٩٠	٣,٨	٤,٨	٧,٧	١٠,٩	١٥,٧	١٦,٧	١٦,١	١٤,٥	١٢	٨,٣	٥,٥	٤,٣	١٠,٠
٩١	٣,٦	٥	٥,٦	١٠,٨	١٣,٤	١٤	١١,٦	٩	٨	٦,٣	٤,٨	٤	٨,٠
٩٢	٤	٤,٦	٦,١	٩,١	١١,٩	١٤,٢	١٤,١	١١,٦	٩,١	٦,٥	٤,٢	٣,٧	٨,٣
١١ سنة (احدى عشر سنة)													
المتوسط الشهري	٣,٩	٥,٠	٦,٩	١٠,٢	١٤,٦	١٧,٢	١٥,٢	١٣,٣	١٠,٠	٧,٨	٥,٣	٤,١	٩,٥

تابع جدول رقم (٤-٥)
المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لكمية التبخر في موقع رصد العطورية للفترة (١٩٨٢-١٩٩٢)

الأشهر / السنوات	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٨٠	٢,٤	٢,٩	٤,٤	٨	٩,٨	١١,٥	١٠,٨	١٠,١	٧,٤	٥,٢	٣,٤	٢,٦	٦,٥
٨١	٢,٤	٣,٣	٤,٨	٧	١٠	١١,٧	١٠,٩	٩,٧	٦,٢	٤,٧	٣,٨	٢,٥	٦,٤
٨٢	٢,٦	٣,٤	٣,٦	٦,٥	٩,٥	١٢,٣	١١,٣	١٠,٦	٦,٩	٥	٢,٧	٢	٦,٤
٨٣	٢	٢,٤	٣,٧	٥,٤	٩,٥	١٣	١١,٨	٩	٧,٤	٥,٢	٢,٩	٢,٢	٦,٢
٨٤	٢,١	٢,٨	٥,٤	٨,٤	١٠,٢	١٢,٣	١١,٢	١١,٨	٧	٥,٨	٣,٨	٢,٩	٧,٠
٨٥	٣,١	٤,١	٥,٥	٧,٣	١٠,٨	١١,٥	١٢,٥	٨,٩	٧,٩	٥,٩	٣,٩	٢,٥	٧,٠
٨٦	٢,٢	٣	٤,٧	٦,٣	١٠,٨	١٢	١٠	٩,٢	٨	٦,٢	٤,٧	٢,٧	٦,٧
٨٧	٢,٤	٣,٤	٥,٥	٧,٢	١٠,٢	٩,٨	٨,٦	٩,٥	٨,٢	٦,٥	٤,١	٢,٩	٦,٥
٨٨	٢,٨	٣,٣	٥,٤	٨	١١,٢	١٢	١٠,٣	٩,١	٨	٥,٤	٣,٨	٢,٦	٦,٨
٨٩	٢,٧	٣,٣	٤,٩	٦,٦	١٠,١	١٠,٩	٧,٩	٧,٥	٧,٢	٥,٨	٣,٦	٢,٤	٦,١
٩٠	١,٨	٢,٥	٤,٨	٧	١٠,٣	١٠,٧	١١,١	١٠,٣	٨,١	٥,٤	٣,٨	٢,٧	٦,٥
٩١	٢,١	٢,٦	٣,٤	٧,٨	١٠	١٠,٣	٩,٤	٧,٩	٧,٢	٥,٤	٤,١	٢,٧	٦,١
٩٢	٢,٤	٣,٦	٤,١	٧	٩,٢	١٢	١٢	٩,١	٧,٥	٥,٧	٣,٨	٢,٩	٦,٦
١٣ سنة (ثلاثة عشر سنة)													
المتوسط الشهري	٢,٤	٣,١	٤,٦	٧,١	١٠,١	١١,٥	١٠,٦	٩,٤	٧,٥	٥,٦	٣,٧	٢,٦	٦,٥

تابع جدول رقم (٤-٥)
المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لكمية التبخر
في موقع رصد أبو سمرة للفترة (١٩٨٠-١٩٩٢)

الشهر / السنوات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٨٠	٤	٤,٥	٨,٦	١٠,٧	١٠,٩	١٣	١٢	١٢,٩	١٠	٨	٩,٢	٩	٩,٢
٨١	٥,٤	٦	٧,٢	١١,٥	١١,٣	١٠,٩	١١,٦	١٠,٤	٩	٧,٢	٤	٣,١	٨,١
٨٢	٥	٤,٨	٦,٢	٧,٧	١٠,٣	١٤,٣	١٤,٨	١٤,٦	١٢,٤	٩	٦,٤	٥,٥	٩,٢
٨٣	٦	٦,٢	٧,٦	١٠,٨	١٣,٣	١٣,١	١٤,٥	١٣,٨	١٠,٩	١٠,٤	٧,٩	٧,٧	١٠,٥
٨٤	٥,٣	٥,٢	٥,٩	١١,٢	١٣,٣	١٣,٣	١٣,١	١٣,٩	٩,٨	٨,٢	٦,٢	٥,٢	٨,٤
٨٥	٥,٤	٦,٣	٨,٢	١٠	١٢	١٣,٣	١٣,٣	١١,٤	٩,٥	٨,٢	٦	٤,٨	٩,٠
٨٦	٤,١	٥,٧	٨	٨,٥	١٣,٣	١٤,٣	١٢	١١,٩	١٠,٦	٨	٦,٧	٤,٨	٩,٠
٨٧	٤,٥	٦	٧,٢	١٠,١	١٠,٥	١١,٩	١٣,٣	١٣,٥	٩,٩	٨,٨	٥,٧	٥	٨,٧
٨٨	٣,٩	٥,٣	٦,٦	٧	٩,٤	١٠,٨	١٠,٣	٩,٨	٨,٦	٦,٨	٥,٥	٤,٢	٧,٤
٨٩	٣,٧	٣,٨	٥,٦	٥,٩	٨,٣	٩,٤	٩,٦	٨,٥	٨	٦,٢	٥	٧,٤	٦,٣
٩٠	٣,٧	٤,٥	٥,٧	٧,٦	٨,٤	١٠	١٢,٥	٧,٨	٦,٩	٦,٧	٤,٩	٧,٧	٦,٨
٩١	٣,٦	٤,٨	٤,٥	٦,٤	٧,٩	٧,٩	٧,٩	٧,٣	٧,٥	٦,٥	٥,٩	٥	٦,٢
٩٢	٤,٤	٤,٧	٥,٦	٨,٥	١٠,٤	١١	١٠,٩	١١,١	٩,٣	٦,٥	٥,٤	٤	٧,٧
	١٣ سنة ([illegible])												
المتوسط الشهري	٤,٥	٥,٢	٦,٣	٨,٩	١٠,٣	١٣,٣	١١,٩	١١,٠	٩,٥	٧,٧	٥,٨	٤,٨	٨,٢

جدول رقم (٤-٦)

درجات التغير في الاتجاهات العامة لعدد أيام حدوث سحائب المزن الركامي الفصلية في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٨١ - ١٩٩٤)

السنة	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف		البيان	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
١٩٨١	١٠	٤	١	٩		المتوسط	٥,٥	٧,٠٧١	٢,٢١٤	٥,٣٥٧
١٩٨٢	٣	١٣	٠	١٦		الانحراف المعياري	٤,٥٩٤٦	٣,٥٧٥٦	٢,٥٩٦٦	٤,٣٦٩
١٩٨٣	٣	١٣	٢	٠		الخطأ المعياري	١,٢٧٤	٠,٩٩٢	٠,٧٢٠	١,٢١٢
١٩٨٤	٠	٣	١	١		معامل التغير	٨٦,٦٩٪	٥٢,٤٧٪	١٢١,٦٨٪	٨٤,٦٤٪
١٩٨٥	٢	١	٠	١		درجة التغير	+٠,٣٤٥	-٠,٠٠٧	+٠,١٦٠	-٠,٠٢٠
١٩٨٦	٢	١٠	٩	٦						
١٩٨٧	٠	٥	١	٤						
١٩٨٨	١١	٦	٥	٣						
١٩٨٩	٥	١٠	٠	٤						
١٩٩٠	٧	٣	٠	٥						
١٩٩١	١١	٦	٠	٤						
١٩٩٢	١٤	٨	٤	٨						
١٩٩٣	٩	٨	٣	٢						
١٩٩٤	٠	٩	٥	١٢						
المجموع	٧٧	٩٩	٣١	٧٥						
المتوسط	٥,٥	٧,١	٢,٢	٥,٤						

جدول رقم (٤-٧)

مجموع الأمطار ومعدلاتها السنوية العامة في مواقع الرصد المعتمدة للمواسم (٧١/ ٧٢ - ٩١/ ٩٢)

م	سنوات الرصد / اسم الموقع	٧٢/٧١	٧٣/٧٢	٧٤/٧٣	٧٥/٧٤	٧٦/٧٥	٧٧/٧٦	٧٨/٧٧	٧٩/٧٨	٨٠/٧٩	٨١/٨٠	٨٢/٨١
١	الرويس	٢٥,٨	١٠,٤	٢٩	٦٢	٢٠٥,٧	١٢٦,٤	٢٣	٣٦,٦	١١١,٦	٤٢,٤	٨٧,٢
٢	روضة الفرس	١٤٢	٢٤,٧	٥١	٦٥,٨	١٨٩,٢	١٧٧,٩	٢٣,٤	٧٢,٦	٩٩,٦	٤٤,٨	١١٤,٤
٣	الصفيريات	(٧١,٤)	(١٦,١)	٢٩,٦	٣٩,٥	١١٩,٥	١٢٣,٢	٢٠,٨	٨٣,٦	٩٨,٩	٦١	١٠٣,٢
٤	النصرانية	٣٦,٧	٢٢	٦٠,٣	٨١,٦	٩٧,١	٩٢,٢	٢٨,٤	١٧,٦	٨٥	٢٩,٦	١١٧,١
٥	أم باب	١٦,٦	١٨,٤	٢٢,٥	٣٨,٣	٨٣,٧	٥٧	١٧,٨	٥٨,٦	٧٣,٦	٢٩,٢	١٠٠
٦	مول ٣٢	٢٥	(٢٤,٣)	٢١,١	٤٠,١	١٢٠,٢	٨٢,٧	٢٧,٦	٤٩,٦	٦٨,٦	٣٦,٦	٩٢,٢
٧	دكا (أبو نحلة)	(٤٦,٨)	(٣٠,٦)	٤٨,٨	١٢٣,٥	١٢٨,٨	٨٧,٢	٢٩,٤	٤٢,٤	٦٧,٨	٣٧,٩	٨٦,٨
٨	الجميلية	(٤٢,٨)	(١٧,٧)	(٤٠,٢)	(٤٧,٨)	(١٢٠)	١٣٥,٤	٢٧,٤	٥٧	٢٧,٦	٨,٤	١٠٨,٣
٩	مسعيد	٥٦,٢	٢٤	٦٢,٨	٧٣,٣	(١١٣)	٧٧	٢٣,٨	٥٩,٢	٦٦	٣٧	٨٧,٦
١٠	الكرعانة	٤٨,٤	٤١	٥٢,٩	٨١,١	١١١,٦	٩٢,٦	٣٣,٤	٩٠,٨	٦١,٨	٣٨,٦	٩٢,٨
١١	الغرارة	٢١,١	١٥,٦	٨٢	٥٣,٧	١١٦,٥	٥٤,٤	٢٢,٢	٣٩,٢	٥٩,٢	٣٥,٨	١٠٦,٨
١٢	العامرية	٤٥	٢٠,٦	٩٢,٢	٧٠,٤	١١٧,٢	٥٧	١٧,٨	٢٧,٦	٦٤,٦	(٢٤,٥)	٩٢,٤
١٣	تريبنا	٣٨,٦	١٨	١٠٠	٤٢,٥	١٣٧,٧	٥٩,٦	٢٤,٦	١٩,٦	٥٣,٩	٢٢,٦	١٣٠,٤
١٤	أبو سمره	(٤١)	(٢٤,٥)	(٧٧,٢)	(٥٩,٨)	١١٤,٥	٢٦,٨	٣٠,٢	٣٢,٤	٥٤,٤	٢٥	١٢٥,٨
١٥	سودانثيل	(٣١,٦)	(١٦,٥)	(٨٣,٧)	(٥٠,٤)	(١١٣,٦)	(٥٢,٢)	١٧,٨	١٩,٢	٦٩,٦	(٢٨,٣)	٨٦
١٦	وادي الوسعة	(٨٢,٦)	(٢٨,٧)	٣٧,٥	٧٠,٨	١٠٧,٤	٧٩	٤٨,٨	١١٦,٥	٩٠,٧	٤٣,٦	١٢٠,٤
١٧	أم سويكة	٦٠,٩	٨,٦	٧٣,٧	٧٤,٢	٢٢١,٥	٩٦	٢٢,٣	٦٢,٨	٧٨,٣	٣٤,٩	١١٤,٨
١٨	العطورية	(٥٨)	(٢٤,٧)	١٥,٩	٦٧,٣	(١١٨,١)	(١١٢,٣)	(٣٧,٦)	(٦٧,٦)	(٧٣,٢)	(٢٩,١)	٩٩,٤
١٩	الماجدة	٤٤,٢	٢١,٧	٥٠	٦٣,٣	١٩٤,٢	١٩٦,٤	٢٢	٥٢,٧	٩٧,٨	٥٧,٧	١١٣,٦
٢٠	أم الشخوط	(٧٧,١)	(٢١,٧)	٦٢,٣	٥٢,٤	١٠٦,٥	٧٨	٣٤,٩	٢٤,٣	٧٧,٤	٤٠,٥	١٠٢,٢
٢١	نحلى	١٧,٨	١٣	٢٦,٥	١٩,١	١٢٤,١	٧٢,٥	١٤,٢	٧٦,١	٦٨,٦	٢٣,٥	١١٦
٢٢	أم الأفاعي	(٤٨,٨)	(٢٩)	٤٩,٢	٥٩,٢	١١٩	٩٢,٢	٥٢,٣	٩٣,٧	٧٢,٢	٢٨,٣	١٢١,٥
٢٣	أم المواقع	(٣٢,٩)	(٢٧,٧)	٩٨,٩	١٠٧,٢	١٣٦,٢	٦٨,٦	٢١	٤٢,٥	٦٣,٦	٤٠,٧	١٦٢,٢
٢٤	السيلية	١٩,٨	٢٠,٦	٤٩,٤	٧٥,٥	١١٨,٧	١١٣,٤	٢٨,١	٣٩,٦	٧٥,٥	٣٤,٥	٩٨,٦
٢٥	الوكير	(٥٤,١)	(٢٧,٣)	٥٦,٧	٤٨,٧	١١٧	١٠٩,٤	٢٦,٤	٥٩,٨	٧٠,٦	٢٦,٤	١٠٧,٥
٢٦	مطار الدوحة	٧٦	٣١,١	٤٧,٨	٨٤,٦	١٤٦,٩	١١٣	٤٨,٢	٧٥,٦	٧٨	٣٤,٣	١٢٥,٨
	المجموع الكلي	٦٧٤,١	٢٨٩,٧	١٢٢٠,١	١٤٩٤,١	٢٩٣٣,٢	٢٢٦٧,٩	٦٨٥,٨	١٣٤٩,٦	١٨٣٤,٩	٨١٣,٣	٢٨١٣
	المتوسط السنوى	٤٤,٩٤	٢٠,٦٩٣	٥٣,٠٤٨	٦٤,٩٦١	١٣٣,٣٣	٩٤,٤٩٦	٢٧,٤٣٢	٥٣,٩٨٤	٧٣,٣٩٦	٣٥,٣٦١	١٠٨,١٩
	عدد مواقع الرصد	١٥	١٤	٢٣	٢٣	٢٢	٢٤	٢٥	٢٥	٢٥	٢٣	٢٦

تابع جدول رقم (٤-٧)

مجموع الأمطار ومعدلاتها السنوية العامة في مواقع الرصد المعتمدة للمواسم (٧١/ ٧٢ - ٩١/ ٩٢)

٨٣/٨٢	٨٤/٨٣	٨٥/٨٤	٨٦/٨٥	٨٧/٨٦	٨٨/٨٧	٨٩/٨٨	٩٠/٨٩	٩١/٩٠	٩٢/٩١	المجموع الكلي	المتوسط العام	عدد سنوات الرصد
١٧١,٦	٤٦,٤	١١,٦	٧٨,٨	٩٠,١	١٥٨,٢	٢٥,٦	١٠٧,٢	٧٠,٨	١٠٨,٤	١٦٢٨,٨	٧٧,٥٦١٩	٢١
٢٢٥,٨	٤٢,٤	١٢,٨	٩٦,٨	١٣٢,٨	١٧٤,٦	٤٤,٤	١٢٨	٩٨,٨	٨٨,٢	٢٠٢٠	٩٦,١٩٠٥	٢١
١٩١,١	٣٩,٢	١٤,٢	٦٢,٨	٨٤	١٤٤,٨	٢٤,٢	١١٦,٨	٦٠,٤	٨٤,٥	١٥٠١,٣	٧٩,٠١٥٨	١٩
٢٤١	٢٩,٨	١٨,٦	٨٠,٨	١٠٧,٤	٢١٩	٢٠,٨	١٤٦,٢	٤٩,٦	٦٤	١٦٤٤,٨	٧٨,٣٢٣٨	٢١
٢٤٨,١	٣٩,٤	٧,٢	٦٦	٨٨,٤	١٠٣,٢	٢٨,٤	٩٨	٢٣,٦	٦١,٦	١٢٧٩,٦	٦٠,٩٣٣٣	٢١
١٦٥,٨	١٨	١٥,٦	٥٤,٢	١٠١,٢	١٣٣,٨	٢٩	١١١,٢	٣٩	٦٦,٨	١٢٩٨,٣	٦٤,٩١٥	٢٠
١٢١,٤	٢٧,١	٢٤,٤	٤٦	٨٥,٦	١٣٦,٦	٣٨,٤	٨٠,٢	١٠	٣٠,٦	١٢٥٢,٩	٦٥,٩٤٢١	١٩
٢٢٠,١	٤٢,٤	٥,٦	٧٦,٦	٩٢,٨	١٦٥,٤	٢٨,٨	١٣٨,٨	٥٥	٨٤,٢	١٢٧٣,٨	٧٩,٦١٢٥	١٦
١٣١,٤	٩,٤	١٥	٣٩,٨	٨٨,٨	١٤٨	٣٣,٦	٧٧,٤	٣١,٢	٤٨,٢	١١٨٩,٧	٥٩,٤٨٥	٢٠
١٧٦,٨	٢٢,٦	١٩,٨	٧٥,٢	٩٦,٤	١٥١,٢	١٩	٤٥,٤	١٩,٨	٥٠,٤	١٤٢١,٦	٦٧,٦٩٥٢	٢١
١٧٣,٧	١٨,٨	١٦,٨	١٩,٢	٨١,٢	٢٠٥,٢	١٩	٣٣,٦	٢٢	٤٧,٤	١٢٤٣,٤	٥٩,٢٠٩٥	٢١
١٦٦,٨	٨,٨	١٦,٢	٣٩,٤	٩٠,٢	٢٦٦,٢	٣٩,٨	٧٢,٨	٢٠,٢	٧٥	١٤٠٠,٢	٧٠,٠١	٢٠
١٦٢,٧	٩,٦	١٣,٨	٣٢,٩	٧١,٢	٢٠٧,٢	١٣,٨	٢٨,٦	٢٩,٦	٦٣,٨	١٢٨٠,٢	٦٠,٩٦١٩	٢١
١٣٤	١١,٨	١٧	٢٤,٦	٧٢,٤	٢١١,٧	٢٥,٤	٢٧,٦	٢٩	٧٩,٢	١٠٤١,٨	٦١,٢٨٢٤	١٧
١٧٢,٨	١٠,٨	١٩,٦	١٩,٢	٤٤,٢	١٧٤,١	٢٦,٢	٥٥,٢	٢٤,٢	٦٦	٨٠٤,٩	٥٧,٤٩٢٩	١٤
١٦٢,٤	٢٠,٨	١٧,٦	٥٥,٢	١٠٥,٧	٢٥٤,٨	١٤,٤	١٩٩	٥٢,٢	٦٣	١٦٥٩,٨	٨٧,٣٥٧٩	١٩
٢٢٥	٣٧,٨	٢٤,٦	٩٢	٨٧,٤	١٤٤,٦	٤٣,٦	١١٣,٤	٦٢,٨	١٢٣,٨	١٨٠٣	٨٥,٨٥٧١	٢١
١٩٨,٨	٥١,٩	٩,٦	١٠٠,٩	١٠٤,٧	١٦٧	٥١	١٥٧,٤	٥٢,٢	٤٢	١١١٨,١	٨٦,٠٠٧٧	١٣
١٦٣,١	٣٥,٨	١٣	١٠٧,٦	١٠٤,٨	١٤١,٨	٣٢,٦	١٣٤,٤	٧١,٤	٦٩,٤	١٧٨٧,٥	٨٥,١١٩	٢١
١٤٩,٧	٣٢,٦	١٤,٨	٩٨,٤	١١٣,٨	١٧٠,٦	٢٧,٤	١٦٩,٤	٦٥,٢	٧٧,٢	١٤٩٧,١	٧٨,٧٩٤٧	١٩
١٩٥,٥	٤٢,٦	٤,٢	٨٨,٨	٩٣,٤	١٨٨,٧	٣١,٨	١٦٢,٦	٤٥	٧٥,٤	١٤٩٩,٤	٧١,٤	٢١
١٥٢,٦	٣١,٤	٢٧,٦	٩٦,٢	١٣٢,٨	٢٣١,٨	١٤,٢	١٦٥	٤٣	٥٥,٤	١٦٣٧,٦	٨٦,١٨٩٥	١٩
١١٦,٦	٣١,٨	٢٣,٨	٩٩,٦	١٤٣,٨	١٤١	١٧,٤	١٥٤,٦	٢٠,٦	٧٢,٨	١٥٦٢,٩	٨٢,٢٥٧٩	١٩
١٢٤,٥	٢٢	٢٣,٨	٥٥,٨	٨٢,٨	١٢٣,٤	٣٣,٦	١٢٤	٢٨,٢	٦٩,٢	١٣٦١	٦٤,٨٠٩٥	٢١
١٣٠	١٩,٦	١١,٦	٦٥,٦	١٠١,٤	١٦٢,٨	٥٠	٩٠,٤	٣٢,٨	٥٥,١	١٣٤١,٨	٧٠,٦٢١١	١٩
٩٧,٧	٢٤,٥	١٩,٤	٥٧,٩	٨٨,٧	١٥٣,٣	١٥,٥	٨٢	٢٨,٨	٤٣,٥	١٤٧٢,٦	٧٠,١٢٣٨	٢١
٤٤١٨	٧٢٧,٣	٤١٨,٢	١٧٣٠,٣	٢٤٨٦	٤٤٧٩	٧٤٧,٦	٢٨١٩,٢	١٠٥٥,٤	١٧٦٥,١	٣٧٠٢٢		
١٦٩,٩٢	٢٧,٩٧٣	١٦,٠٨٥	٦٦,٥٥	٩٥,٦١٥	١٧٢,٢٧	٢٨,٧١٥	١٠٨,٤٣	٤٠,٥٩٢	٦٧,٨٨٨		٧٣,٣١	
٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦			٥٠٥

جدول رقم (٤-٨)

كميات الأمطار الساقطة موزعة حسب المحطات وسنوات الرصد

مسلسل	المحطات	١٩٧٢	١٩٧٣	١٩٧٤	١٩٧٥	١٩٧٦	١٩٧٧	١٩٧٨	١٩٧٩	١٩٨٠	١٩٨١	١٩٨٢	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	المجموع	المعدل
١	الرويس	٣٦,٧	١٠,٤	٦٩,١	٢٦	٢٣٨	١٠١	١٧,٤	٦٧,٤	٧٨,٤	٤٢,٤	١٧٣	٨٥,٨	٥٢,٢	٤٦,٦	٨٤,٧	٤٣,٤	١٦٢	٨٨,٦	٤٩,٤	١١٩	١١٦	١٧٠٨	٨١,٣
٢	أم سبكة	٦٠,٩	١٤,١	١١٦	٣٧	٢٢٥	٨٩,٥	٣٠,٦	٥٥,٨	٦٩,٧	٣٤,٩	٢٥٠	٩٠	٤٨,٦	٦٣,٦	٨٢,٤	٤٧,٢	١٤٥	١١٣	٤٣,٦	٨٩,٨	١٤٤	١٨٥٠	٨٨,١
٣	الملجدة	٥٩,٨	٦,١	٨٠,٥	٤١,٨	٢٦٥	١٢٧	١١,٧	٨٥,٤	٦٥,١	٥٧,٧	٢٠٣	٧٤,١	٤٦,١	٤٣,٧	١١٦	٦٢,٨	١٤٣	١٣٢	٣٣,٦	٨٧	١٥٠	١٨٩١	٩٠,١
٤	روضة الفرس	١٥٢	١٦,٢	٧٤,٨	٤٧,١	٢٥٦	١١٦	١٥	٩٦,٦	٦٨,٤	٤٥,٤	٢٣٧	١٠٣	٥٢,٨	٢٨,٨	١١٧	٨٦,٢	١٧٧	١٣٦	٣٤,٨	٨١,٢	١٥٥	٢٠٩٧	٩٩,٩
٥	الصليريات	(٧٨,٩)	(١٠,٧)	٥٢	٢٢,٦	١٥٦	٨٥,٨	١٣,٤	١٢٤	٥٩	٦١	٢٢٤	٢٠,٦	٥٠,٤	٢٧,٢	٨٧,٦	٣٥	١٤٧	١٠٢	٣٦,٤	٧٤,٢	١٥٤	١٥٨٢	٨٣,٢
٦	أم الشخوط	(٧٢,٧)	(١٧,٣)	٦٧,٨	٤٩,١	١٢٥	٦٩,٢	٢١,٢	٤٧,١	٥٦,٦	٤٠,٥	١٥٨	٩٣,٧	٤٤,٨	٢٥,٢	١١٣	٧٦,٤	١٧٢	١٥٢	٤٣,٤	٧٧,٨	١٣٥	١٥٦٧	٨٢,٥
٧	الجميلية	(٣٥)	(١٤,٨)	(٥١,٦)	(٤٥,٢)	٤١,٤	١١٠	٣٣,٦	٤٨,٨	٢١,٨	٨,٤	٢٢٥	١٠٤	٤٥,٨	٢٥,٢	٨٤,٢	٦١,٦	١٦٦	١٢٣	٤٣,٤	٦٣,٨	١٥٩	١٣٦٥	٨٠,٣
٨	العطورية	(٥٩,١)	(٢٢,١)	(٦٢,٨)	(٨٠,٤)	(١٢٧,٩)	١٠١	(٢٦,٥)	٥١,٤	٢٤,٦	٣٤,٥	١٩٧	١٠١	٥٩,٩	١٩,٥	١١٨	٧٣,٤	١٦٤	١٧٩	٢٩,٢	٦٦,٦	١١٦	١٣٣٠	٨٨,٦
٩	وادي الواسعة	(٧٣,٥)	(٢٣,٦)	٤٣,٩	٦٤,٣	١٠٧	١١٥	١٣	١٤٩	٥٨	٤٤,٤	١٩٧	٨٥	٣٥,٢	٢٠,٢	٦٩,٩	٧٤	٢٥٧	١٧١	٤٠	٧٣,٢	١٣٢	١٧٥٠	٩٢,١
١٠	دخان	١٧,٨	١٨	٢٧	١٩,٦	١١٩	٧٣,٧	١٢	٨٣,١	٦١,٦	٢٣,٥	٢٠٤	١٠٧	٤٦,٢	٢١,٢	١١٢	٤٩,٤	١٨٩	١٣٥	٥٩,٨	٥٤,٢	١٣٧	١٥٧٠	٧٤,٨
١١	التصرفية	٣٦,٧	٢١,٢	٦٠,٣	٨٣,٨	١١١	٩١,٦	١٣,٤	٤٢	٦٠,٦	٢٩,٦	٢٥٢	١٠٦	٤٠,٢	٢٩,٤	٩٤,٨	٧٢,٢	٢١٩	١٢٥	٤٢	٦٨,٨	١٢٤	١٧٢٣	٨٢,٠
١٢	أم الأفاعي	(٥٢)	١٢,٧	٣٦,٥	٥٩,٥	١١٩	١٣٠	١٤,٥	١٢٨	٣٨	٢٨,٣	١٨٨	٨٥,٤	٥٦	٢٣,٨	١١٢	٩٩,٢	٢٢٩	١٤٤	٣٥,٦	٥٦,٦	١١٨	١٧١٣	٨٥,٧
١٣	الدوحة	٨٤,٧	٢٢,٢	٥١,٩	٨٤,٩	١٩٣	٩٠,٦	١٩,٧	١٠٢	٥٠,٨	٣٣,٨	١٦٧	٦٨,١	٤٠,٩	٩,٨	٧٨	٦٨	١٦٧	٦٩,٧	٢٩,٦	٣١,٩	١٠٣	١٥٦٧	٧٤,٦
١٤	أم الموالع	(٣١,٥)	(٢١,٣)	٩٨,٩	١٠٧	١٤٨	٦٤,٩	١٣,٢	٧٤,٨	٣١,٣	٤٠,٧	١٦١	٧٢,٢	٥٣	٢٦,٢	١٢٧	٩٣	١٤١	١٢٨	٤٤,٢	٣٦,٤	١٥٢	١٦١٢	٨٤,٩
١٥	السيلية	٢٦,٨	١٣,٦	٥٤,٤	٧١,٨	١٢٧	١١٤	١٨,٣	٦٦,٥	٤٨,٦	٣٤,٥	١٥٥	٦٨	٤٤,٨	١٢	٧١,٢	٥٦,٤	١٢٥	١١٥	٤١,٢	٣٧,٦	١٠٩	١٤١٠	٦٧,١
١٦	أم باب	١٦,٦	١٨,٤	٢٧,٥	٣٤,١	٨٦,٣	٥٨,٦	١٣,٤	٧٩,٢	٥٩,٢	٢٩,٢	٢٤٧	١٠١	٤٥,٢	١٦,٦	٨٧,٨	٥١,٤	١٠٣	١٠٠	٢٦,٤	٣٩,٨	٩٦,٤	١٣٣٧	٦٣,٧
١٧	الميل ٣٢	٢٥	(٢٤)	١٦,١	٤٠,٣	١٣٣	٨٣,٦	١٣,٦	٦٣,٨	٥٤,٤	٣٦,٦	١٨٣	٧٤,٨	٣٣,٦	١٦	٧٢,٦	٦٣,٨	١٣٤	١٠٦	٣٤,٤	٤٩,٨	٨٣,٨	١٣٢١	٦٦,١
١٨	دكا	(٥٤,٣)	(٢٥,٦)	٥٥,٧	١١٦	١٤٠	٨٦,٦	١٦,٦	٦٣,٤	٤٨,٤	٣٧,٩	١٥١	٥٦,٨	٥١,١	١٠	٧١,٢	٥٠,٨	١٤٢	٨٥,٨	٢٧	١٤	٧٩,٨	١٣٠٥	٦٨,٧
١٩	الوكير	(٦٠,٥)	(٢٥,٥)	٥٧,٩	٤٧,٥	١٤٤	٨٩,٣	١٩,٢	٨٦,٤	٤٤	٢٦,٤	١٦٢	٧٥,٥	٢٨,٦	١٥,٢	٧٨,٦	٧٥,٢	١٦٣	١٠٦	٣٤,٨	٣٤,٦	٩٧,٥	١٣٨٥	٧٢,٩
٢٠	الكرعانة	٧٢,٤	٤١	٥٢,٩	٨٢	١٤٠	٨٢,٦	٦٠,٦	٦٤,٤	٤٢,٢	٣٩,٤	١٩٣	٧٦	٤٠,٢	٣٩,٢	٧١,٨	٦٢,٨	١٥١	٣٤,٨	٢٩,٦	٢٣,٨	٩٩,٤	١٤٩٩	٧١,٤
٢١	أم سعيد	٥٦,٢	٢٤	٦٢,٨	٧٣,٣	١٩,٢	٦٢,٦	٢٠,٢	٨٠,٢	٤٥	٣٧	١٥١	٦٨,٢	٢٠,٢	١٩	٤٦	٦٧,٨	١٤٨	٨٤,٢	٢٦,٨	٣٨,٨	١٣٧	١٢٨٧	٦١,٣
٢٢	الخرارة	٢٤,٤	١٢,٣	٦٥,٢	٥٣,٧	١١٨	٥٥,٨	١٨	٥٤,٤	٤٤	٣٥,٨	٢٠٦	٧٥	٣٥,٢	٩,٦	٣٤,٨	٥٦,٤	٢٠٥	٣١,٢	٢١,٤	٢٢,٨	٨٦,٨	١٢٦٥	٦٠,٣
٢٣	العامرية	٥٤,٥	١٤,٨	٨٣,٤	٧٠,٢	١٢٤	٤٩,٢	١٧	٤٥,٦	٤٦,٦	(٣٥,٨)	١٩٤	٦٤,٨	٢٣,٤	١٦	٥٢,٨	٦٥,٢	٢٦٣	٨١,٤	٣١,٢	٢٢	١١٢	١٤٣٢	٧١,٦
٢٤	ثرينا	٣٨,٦	١٨	١٠٠	٤٢,٥	١٤١	٦٣,٨	١٦,٦	٣٣,٦	٣٩,٩	٢٢,٦	٢١٨	٧٤,٨	١٩	١٧	٤٥,١	٤٥,٦	٢٠٧	٢٦,٨	١٥,٦	٥٤,٨	٤٥,٤	١٢٨٥	٦١,٢
٢٥	أبو سمرة	(٣٩,١)	(١٥,١)	(٨٣,٢)	(٥٥,٦)	١١٥	٣٢,٦	٢٣,٨	٤٧	٣٩,٨	٤٥,٦	١٨٥	٥٦,٨	٢٥,٦	١٦,٢	٢١,٨	٥٩,٤	٢١٢	٣٢,٦	٢٠,٤	٣٠,٨	١٢١	١٠٨٥	٦٣,٨
٢٦	سودانثيل	(٤١,٧)	(١٥,٢)	(٨٤,٤)	(٥٣,١)	(١٢٠,٢)	(٤٥,٨)	١٧,٨	٥٤,٤	٣٤,٤	(٣٢,٨)	١٨٢	٧٧	٢٦,٨	٩,٨	٢٧,٨	٤٢	١٦٢	٣٥,٨	٤٥,٦	٣٨,٤	٥٨,٨	٨١٢	٥٨,٠
٢٧	الخور														٢٢	١٣٢	٦٦,٢	١٧٢	٢٠٧	٣٥,٦	٧٣,٦	١٢٦	٨٣٤	١٠٤,٣

جدول رقم (٤-٩)

أعوام البيانات المفقودة ومواقع الأدلة ورموزها من واقع جدول رقم (٤-٨)

الرمز	رقم الموقع	اسم الموقع المراد إيجاد بياناته المفقودة	أعوام البيانات المفقودة (١)										مواقع الأدلة		
			س ١	س ٢	س ٣	س ٤	س ٥	س ٦	س ٧	س ٨	س ٩	س ١٠	د ١	د ٢	د ٣
ع	٣	الصفيريات	٧٢/٧١	٧٣/٧٢									الماجدء	مزرعة الحكومة	سيكه
ع	٦	ميسل ٣٢		٧٣/٧٢									أم باب	الكرعانة	النصرانية
ع	٧	دكا	٧٢/٧١	٧٣/٧٢									السيلية	الدوحه	الكرعانة
ع	٨	الجميلية	٧٢/٧١	٧٣/٧٢	٧٤/٧٣	٧٥/٧٤	٧٦/٧٥						النصرانية	الصفيريات	دخان
ع	٩						٧٦/٧٥						الدوحه	دكا	الخراره
ع	١٢	العامرية										٨١/٨٠	الخرارة	ترينا	الكرعانة
ع	١٤	أبوسمره	٧٢/٧١	٧٣/٧٢	٧٤/٧٣	٧٥/٧٤							ترينا	العامرية	الكرعانة
ع	١٥	سودانثيل	٧٢/٧١	٧٣/٧٢	٧٤/٧٣	٧٥/٧٤	٧٦/٧٥	٧٧/٧٦				٨١/٨٠	ترينا	العامرية	الخرارة
ع	١٦	وادي الواسعة	٧٢/٧١	٧٣/٧٢									الدوحه	أم المواقع	مزرعة الحكومة
ع	١٨	المطورية	٧٢/٧١	٧٣/٧٢			٧٦/٧٥	٧٧/٧٦	٧٨/٧٧	٧٩/٧٨	٨٠/٧٩	٨١/٨٠	الجميلية	النصرانية	وادي الواسعة
ع	٢٠	أم الشعوط	٧٢/٧١	٧٣/٧٢									م. الحكومة	المطورية	وادي الواسعة
ع	٢٢	أم الأفاعي	٧٢/٧١	٧٣/٧٢									السيلية	وادي الواسعة	أم المواقع
ع	٢٣	أم المواقع	٧٢/٧١	٧٣/٧٢									النصرانية	السيلية	ميسل ٣٢
ع	٢٥	الوكير	٧٢/٧١	٧٣/٧٢									الدوحه	أم سعيد	السيلية

(١) يتم استخراج الأمطار السنوية المفقودة للموقع خلال (س) من السنوات كالتالي:

كمية الأمطار السنوية في أي موقع رصد = $\frac{\text{المتوسط العام في الموقع ع}}{\text{المتوسط العام في الموقع د١}}$ × كمية الأمطار للموقع د١ لنفس السنة + $\frac{\text{المتوسط العام في الموقع ع}}{\text{المتوسط العام في الموقع د٢}}$ × كمية الأمطار للموقع (د٢) لنفس السنة

+ $\frac{\text{المتوسط العام في الموقع ع}}{\text{المتوسط العام في الموقع د٣}}$ × كمية الأمطار للموقع (د٣) للسنة المفقودة، ثم يضرب الناتج في ($\frac{١}{٣}$).

جدول رقم (٤-١٠)

مصفوفة معاملات الارتباط للأمطار السنوية

الرقم	موقع الرصد	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥
٢٦	الدوحة	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
٢٥	الوكير	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
٢٤	السيلية	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
٢٣	أم الموالح	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			
٢٢	أم الافاعي	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]				
٢١	دخان	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]					
٢٠	أم الشحوط	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						
١٩	الملجدة	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]							
١٨	المطورية	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]								
١٧	أم سيكة	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]									
١٦	وادي الواسعة	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]										
١٥	سودانثيل	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]											
١٤	أبو سمرة	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]												
١٣	تريانا	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]													
١٢	العامرية	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]														
١١	الخرارة	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]															
١٠	الكرعانة	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]																
٩	مسيعيد	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]																	
٨	الجميلية	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]																		
٧	دكا (أبو نخلة)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]																			
٦	ميل ٣٢	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]																				
٥	أم باب	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]																					
٤	النصرانية	[illegible]	[illegible]	[illegible]																						
٣	الصعوبريات	[illegible]	[illegible]																							
٢	روضة الفرس	[illegible]																								
١	الرويس																									

جدول رقم (٤-١١)

معدلات الأمطار الشهرية ونسب تركزها في مواقع الرصد المعتمدة للأعوام (٧٢-٩٢)

مسلسل	الشهر / الموقع	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع السنوي	نسبة أمطار الشتاء	نسبة أمطار يناير-فبراير مارس
١	الرويس	١٤,٤٠	١٥,٩٠	٢١,٢٠	٤,٤٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢,٨٠	٣,٦٠	١٧,٨٠	٨٠,٢٠	٦٠,٠٠	٦٤,٢٠
٢	مزرعة الحكومة	١٦,٤٠	٢١,٥٠	٢٤,٢٠	١١,١٠	٠,٣٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٤,٣٠	٤,٩٠	١٧,٣٠	١٠٠,٠٠	٥٥,٢٠	٦٢,١٠
٣	الصفيريات	١٣,٣٠	١٨,٧٠	٢٠,٧٠	٣,٨٠	٠,٢٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٤,٢٠	٤,٦٠	١٧,٣٠	٨٣,٣٠	٥٩,٢٠	٦٣,٣٠
٤	النصرانية	١١,٠٠	٢٢,٤٠	٢٠,٩٠	٦,٤٠	٠,٣٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٣,٨٠	٣,٠٠	١٠,٢٠	٧٨,٠٠	٥٥,٩٠	٦٩,٦٠
٥	أم باب	٦,٩٠	١٤,٥٠	١٨,٥٠	٤,٤٠	٠,٢٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٣,٦٠	٣,٠٠	١١,٦٠	٦٢,٧٠	٥٢,٦٠	٦٣,٦٠
٦	ميل ٣٢	٧,٤٠	١٧,٨٠	٢٠,٣٠	٤,٤٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢,٠٠	٣,١٠	١٠,٩٠	٦٦,٠٠	٥٤,٧٠	٦٨,٩٠
٧	دكا (أبو نخلة)	٨,٨٠	٢٠,٧٠	١٧,٨٠	٤,٩٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١,٢٠	٣,٤٠	١١,٦٠	٦٨,٥٠	٦٠,٠٠	٦٩,١٠
٨	الجميلية	١١,٥٠	١٥,٨٠	٢٠,٣٠	٦,٠٠	٠,٥٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٩٠	١,٣٠	٧,٢٠	١٦,٣٠	٧٩,٨٠	٥٤,٦٠	٥٩,٧٠
٩	مسعيد	٩,٤٠	١٣,١٠	٢٠,١٠	٥,٢٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢,٦٠	٤,٢٠	١٠,٢٠	٦٤,٩٠	٥٠,٤٠	٦٥,٦٠
١٠	الكرعانة	٧,٥٠	١٤,٠٠	١٨,٨٠	٥,٦٠	٠,٢٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١,٩٠	٣,٤٠	٤,٤٠	٨,٢٠	٦٤,٠٠	٤٦,٤٠	٦٣,٠٠
١١	الخرارة	٦,٩٠	١٨,٧٠	١٩,٢٠	٤,٧٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢,٥٠	١,٦٠	٩,٨٠	٦٠,٤٠	٥٣,٩٠	٧٤,٢٠
١٢	العامرية	٧,٤٠	٢٤,٠٠	١٨,٩٠	٧,٠٠	٠,٣٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢,٢٠	٣,٥٠	٨,٤٠	٧١,٧٠	٥٥,٥٠	٧٠,٢٠
١٣	ترينا	٧,٩٠	٢٠,٩٠	١٦,٧٠	٥,٢٠	٠,٣٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٨٠	٢,٩٠	٦,٢٠	٦٠,٩٠	٥٧,٥٠	٧٤,٧٠
١٤	أبو سمره	٤,٧٠	١٩,٩٠	١٨,٤٠	٧,٢٠	٠,٥٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١,٧٠	٣,٧٠	٧,٨٠	٦٣,٩٠	٥٠,٧٠	٦٧,٣٠
١٥	سودانثيل	٣,٩٠	١٨,٠٠	١٥,١٠	٥,٩٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١,٩٠	٣,٧٠	٩,٥٠	٥٨,٠٠	٥٤,١٠	٦٣,٨٠
١٦	وادي الوسمة	١١,٠٠	٢٥,٠٠	٢٤,٣٠	٥,٩٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢,٤٠	٥,٣٠	١٨,٥٠	٩٢,٥٠	٥٨,٩٠	٦٥,٢٠
١٧	أم سيكة	١٤,٤٠	١٩,٩٠	٢٥,٢٠	٥,٢٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٨٠	٧,٠٠	١٥,٤٠	٨٨,٠٠	٥٦,٥٠	٦٧,٦٠
١٨	العطورية	٩,٩٠	١٥,٥٠	٢٤,٢٠	٥,٦٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢,٢٠	٥,٢٠	١٦,٤٠	٧٩,٠٠	٥٢,٩٠	٦٢,٨٠
١٩	الماجدة	١٧,٦٠	١٧,٠٠	٢٢,٥٠	٥,٨٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٥,٦٠	٣,٧٠	١٨,١٠	٩٠,٤٠	٥٨,٣٠	٦٣,٢٠
٢٠	أم الشخوط	١١,٥٠	٢١,٢٠	٢٢,٦٠	٥,٧٠	٠,٠٣	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٢,٠٠	٢,٥٠	١٦,٩٠	٨٢,٤٣	٦٠,٢٠	٦٧,١٠
٢١	دخان	٩,٨٠	١٧,٤٠	٢٢,٥٠	٦,٥٠	٠,١٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,١٠	٣,٣٠	١٤,٠٠	٧٣,٧٠	٥٥,٩٠	٦٧,٤٠
٢٢	أم الأفاعي	٩,٨٠	٢٣,٧٠	٢٥,٥٠	٥,٦٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٣,٥٠	١,٨٠	١٨,١٠	٨٨,٠٠	٥٨,٦٠	٦٧,١٠
٢٣	أم المواقع	٩,٧٠	٢٥,١٠	٢٣,١٠	٥,٠٠	٠,٥٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٥٠	١,٨٠	١٩,٥٠	٨٥,٢٠	٦٣,٧٠	٦٨,٠٠
٢٤	السيلية	٨,٧٠	١٨,٦٠	١٧,٧٠	٥,٠٠	٠,٤٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	١,١٠	٢,٩٠	١٣,٩٠	٦٨,٣٠	٦٠,٣٠	٦٥,٩٠
٢٥	الوكير	٨,٣٠	٢١,٦٠	٢٣,٧٠	٤,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٩٠	٣,٨٠	٩,٣٠	٧١,٦٠	٥٤,٨٠	٧٤,٩٠
٢٦	الدوحة	١٢,٧٠	١٨,٣٠	١٦,٠٠	٨,٤٠	٣,٧٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٢	٠,٠٠	١,١٠	٣,١٠	١١,٤٠	٧٤,٧٢	٥٦,٨٠	٦٢,٩٠
	المجموع الكلي	٢٦٠,٨٠	٤٩٩,٢٠	٥٣٨,٤٠	١٤٨,٩٠	٨,٢٣	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٢	٢,٨٠	٥٩,٠٠	٩٧,٢٠	٣٤١,٦٠			

ثانيا: جداول الفصل السادس - موارد المياه في قطر

جدول رقم (٦-١)

حساب المعدلات المطرية السنوية المعيارية وفق نظام خطوط المطر المتساوية لشبه جزيرة قطر والقسمين الشمالي والجنوبي

الموسم	متوسط عمق الأمطار			مسجلة	للأمطار في الدوحة	الزيادة أو النقصان في أمطار الشمال
	الشمال	الجنوب	شبه جزيرة قطر			
٧١ / ٧٢	٦٨,٣	٤٠,٩	٥٣,٣	١٤٢	٧٦	٢٧,٤ +
٧٢ / ٧٣	٢٠,٣	٢٥,٤	٢٣,١	٤١	٣١,١	٥,١ -
٧٣ / ٧٤	٤٤,٨	٦٤,٧	٥٥,٨	١٠٠	٤٧,٨	١٩,٩ -
٧٤ / ٧٥	٦٠	٦٥,٩	٦٣,٣	١٢٣,٥	٨٤,٦	٥,٩ -
٧٥ / ٧٦	١٥٠,٤	١١٧,٤	١٣٢,٨	٢٢١,٥	١٤٦,٩	٣٣ +
٧٦ / ٧٧	١١٧,١	٧١,٣	٩١,٤	١٩٦,٤	١١٣	٤٥,٨ +
٧٧ / ٧٨	٣١,٤	٢٧,٨	٢٩,٤	٥٢,٣	٤٨	٣,٦ +
٧٨ / ٧٩	٦٣,٢	٤٦,١	٥٣,٧	١١٦,٥	٧٥,٦	١٧,١ +
٧٩ / ٨٠	٧٧	٦٦,٧	٧١,٧	١١١,٦	٧٨	١٠,٣ +
٨٠ / ٨١	٣٦,٢	٤٩,٨	٤٣,٧	٦١	٣٤,٣	١٣,٦ -
٨١ / ٨٢	١٠٩,٢	١٠٨,٢	١٠٨,٦	١٦٢,٢	١٢٥,٨	١ +
٨٢ / ٨٣	١٩٤	١٦٠,٧	١٧٤,٥	٢٤٨,١	٩٧,٧	٣٣,٣ +
٨٣ / ٨٤	٣٩,٣	٢٠,٣	٢٨,٧	٥١,٩	٢٤,٥	١٩ +
٨٤ / ٨٥	١٢	١٤,١	١٣,٢	٢٧,٦	١٩,٤	٢,١ -
٨٥ / ٨٦	٨٨	٤٧,٥	٦٦,٤	١٠٧,٦	٥٧,٩	٤٠,٥ +
٨٦ / ٨٧	١٠٣,٢	٨٥,٧	٩٣,٤	١٤٣,٨	٨٨,٧	١٧,٥ +
٨٧ / ٨٨	١٧٨,٤	١٧٠	١٧٣,٧	٢٦٦,٢	١٥٣,٣	٨,٤ +
٨٨ / ٨٩	٣٢,٩	٢٦	٢٩,٢	٥١.	١٥,٥	٦,٩ +
٨٩ / ٩٠	١٤٢,٩	٧٧,٦	١٠٦,٨	١٩٩	٨٢	٦٥,٣ +
٩٠ / ٩١	٥٨,٣	٢٨,٤	٤١,٥	٧١,٤	٢٨,٨	٢٩,٩ +
٩١ / ٩٢	٧٤,٩	٥٨,٤	٦٩,٩	١٢٣,٨	٤٣,٥	١٦,٥ +

جدول رقم (٦-٢)

حساب معدلات المطر من واقع خرائط خطوط المطر المتساوي

للفترة (٧١-٧٢ - ٩١-٩٢)

المنطقة / البيان / الموسم	الشمال	الغويرية	الخور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان البطنة
٧١ / ٧٢	٦٥,٤٣	٧٥,٧٢	١٠٨,٨	٧٩,١٩	٤١,٠٩	٥٥,٢٨	٧٢,٦١	٤٩,٩٢	٣٧,٨٧
٧٢ / ٧٣	١٢,٢٧	١٢,٥٩	٢٩,٥٩	٣٠	١٦,١٣	٣٠	٣٠	٣٠	٢٢,٧٢
٧٣ / ٧٤	٥١,٩١	٤٣,٥٣	٥٠,٢٧	٣٥,٢١	٢٩,٧٣	٤١,٨	٥١,٣	٦٣,١٢	٧٩,٤٢
٧٤ / ٧٥	٦٨,١١	٥٥,٢٥	٥٩,١٢	٦٥,٧٧	٥٣,٩٥	٦٩,٣٧	٩٣,١٥	٧٢,٨٣	٧٣,٥٨
٧٥ / ٧٦	٢٠٨,٥٧	١٦٧,٨٦	١٤٩,٢٨	١١٣,٧	١٤٢,٢٤	١١٩,٢٣	١٣٥,٦٣	١٢١,٥٤	١٢٢,٠١
٧٦ / ٧٧	١٥٩,٨٣	١٥٦,٧٩	١٢٢,٤٩	٨٦,٣٣	٨٨,٢١	٩٧,٤٣	١٠٦,٥	٨٥,٢٨	٥٣,٦٧
٧٧ / ٧٨	٢٢,٦٥	٢٢,٠٧	٣٦,٧٨	٤٧,٠٣	٢٧,٩٣	٤٣,٣	٤٤,١	٢٥,١٥	٢٤,٤٧
٧٨ / ٧٩	٤٥,٣٥	٦٤,٨٢	٤٣,٣٨	٩٨,٨٣	٥٩,١٢	٦٨,٢٦	٦٦,٨٧	٥٤,٧٥	٤٧,٥١
٧٩ / ٨٠	٨٥,٩٨	٨٩,٣٣	٨٠,٢٥	٨٥,٣٥	٦٩,١٥	٧٢,١٨	٧٩	٦٣,٨٨	٦٢,٣٧
٨٠ / ٨١	٣٩,١٦	٤٤,٧٣	٣٨,٦٢	٣٧,٥٢	١٩,١٢	٢٨,٧	٣٥,١٥	٣١,٦	٣١,٠٣
٨١ / ٨٢	١٠٠,٦٧	١١٠,٤	١٠٨,٣	١١٧,٦٣	١٠٠,١١	١١٣,٦٣	١١٨,٨٥	١٠٩,٤٥	١١٦,٧٣
٨٢ / ٨٣	٩٩,٣٢	١٩٦,٦٧	١٧٦,٨٤	١٦٧,٤٧	٢١٧,٩٣	١٧٢,٨٥	١٠٥,٩	١٣٠,٣٥	١٦١,٢٧
٨٣ / ٨٤	٤١,٤	٣٩,٣٥	٣٨,٣٣	٣٠,٤	٤١,٠٨	٤١,١	٢٧,١٦	١٦,٣٣	١٨,٩٦
٨٤ / ٨٥	١٨,٧٣	١٥	١٢,٥٣	١٨,٨	١١,٦	١٩,٠٧	١٩,٧	١٥,٥٣	١٨,٤٣
٨٥ / ٨٦	٩٠,٢٧	٨٩,٤٤	٩٢,٨	٦٥,٠٧	٨٧,٨٥	٩٤,٢٨	٥٨,٩٥	٥١,٣٥	٥٠,٤٩
٨٦ / ٨٧	٩٢,٥	١٠٨,٣٢	١١٨,٢	١١٠,١٣	١٠٣,٠٥	١١٩,١٧	٩٤,٣٥	٩٢,٥٥	٩٣,٦٨
٨٧ / ٨٨	١٥٤,٢٧	١٥٥,٣	١٧٦,٣	٢٢٨,٧	١٨٦,٦٨	١٩٩,٥٦	١٦٤,٤٣	١٥٢,٧	١٩٥,٣٥
٨٨ / ٨٩	٣٨,٣٦	٣٦,٨٣	٢٩,١٣	١٧,٢	٣٩,٢٨	٣١,٣	١٧,٧٥	٣٥,٩	٢٥,٦٥
٨٩ / ٩٠	١١٣,٥٣	١٢٧,٨٤	١٦٢,٣٥	١٧٩,٦٧	١٥٠,٨٣	١٦٠,٨	١٢٢,٣٨	٧٨,٥٦	٧٣,٥٨
٩٠ / ٩١	٧٠	٧٠	٧٠	٥٠	٥٠	٥٠	٣٠	٣٠	٢٦,٥٢
٩١ / ٩٢	١١٢,٤٤	٨٨,٨٧	٧١,٨	٥٧,٦٧	٦٨,٤	٤٩,١٣	٤٦,٧٥	٤٦,٧٨	٥٨,٧٧

جدول رقم (٦-٣)
تقدير حجم التساقط موزعة على أقسام قطر وشبه الجزيرة
بطريقة خطوط المطر المتساوي للفترة (٧١/ ٧٢ - ٩١/ ٩٢)

المنطقة	القسم الشمالي		القسم الجنوبي		مجموع القسمين	شبه جزيرة قطر
البيـــان / الموسم	معدل	حجم	معدل	حجم		حجم
٧١ / ٧٢	٦٨,٣	٣١٦,١٦٧,٥٣٠	٤٠,٩	٢٩١,٢٤٤,٨١٠	٦٠٧,٤١٢,٣٤٠	٦٢٦,٢٧٥,٠٠٠
٧٢ / ٧٣	٢٠,٣	٩٣,٩٧٠,٧٣٠	٢٥,٣	١٨٠,١٥٨,٧٧٠	٢٧٤,١٢٩,٥٠٠	٢٧١,٤٢٥,٠٠٠
٧٣ / ٧٤	٤٤,٨	٢٠٧,٣٨٣,٦٨٠	٦٤,٧	٤٦٠,٧٢٢,٢٣٠	٦٦٨,١٠٥,٩١٠	٦٥٥,٦٥٠,٠٠٠
٧٤ / ٧٥	٦٠	٢٧٧,٧٤٦,٠٠٠	٦٥,٩	٤٦٩,٢٦٧,٣١٠	٧٤٧,٠١٣,٣١٠	٧٤٣,٧٧٥,٠٠٠
٧٥ / ٧٦	١٥٠,٤	٦٩٦,٢١٦,٦٤٠	١١٧,٤	٨٣٥,٩٩٣,٦٦٠	١٥٣٢,٢١٠,٣٠٠	١٥٦٠,٤٠٠,٠٠٠
٧٦ / ٧٧	١١٧,١	٥٤٢,٠٦٧,٦١٠	٧١,٣	٥٠٧,٧٢٠,١٧٠	١٠٤٩,٧٨٧,٧٨٠	١٠٧٣,٩٥٠,٠٠٠
٧٧ / ٧٨	٣١,٤	١٤٥,٣٥٣,٧٤٠	٢٧,٨	١٩٧,٩٦١,٠٢٠	٣٤٣,٣١٤,٧٦٠	٣٤٥,٤٥٠,٠٠٠
٧٨ / ٧٩	٦٣,٢	٢٩٢,٥٥٩,١٢٠	٤٦,١	٣٢٨,٢٧٣,٤٩٠	٦٢٠,٨٣٢,٦١٠	٦٣٠,٩٧٥,٠٠٠
٧٩ / ٨٠	٧٧	٣٥٦,٤٤٠,٧٠٠	٦٦,٧	٤٧٤,٩٦٤,٠٣٠	٨٣١,٤٠٤,٧٣٠	٨٤٢,٤٧٥,٠٠٠
٨٠ / ٨١	٣٦,٢	١٦٧,٥٧٣,٤٢٠	٤٩,٨	٣٥٤,٦٢٠,٨٢٠	٥٢٢,١٩٤,٢٤٠	٥١٣,٤٧٥,٠٠٠
٨١ / ٨٢	١٠٩,٢	٥٠٥,٤٩٧,٧٢٠	١٠٨,٢	٧٧٠,٤٨١,٣٨٠	١٢٧٥,٩٧٩,١٠٠	١٢٧٦,٠٥٠,٠٠٠
٨٢ / ٨٣	١٩٤	٩٣٨,٤٩٤,٧٨٨	١٦٠,٧	١١١٠,٨٢٢,٣٥٩	٢٠٤٢,٣٧٤,٠٣٠	٢٠٥٠,٣٧٥,٠٠٠
٨٣ / ٨٤	٣٩,٣	١٨١,٩٢٣,٦٣٠	٢٠,٣	١٤٤,٥٥٤,٢٧٠	٣٢٦,٤٧٧,٩٠٠	٣٣٧,٢٢٥,٠٠٠
٨٤ / ٨٥	١٢	٥٥,٥٤٩,٢٠٠	١٤,١	١٠٠,٤٠٤,٦٩٠	١٥٥,٩٥٣,٨٩٠	١٥٥,١٠٠,٠٠٠
٨٥ / ٨٦	٨٨	٤٠٧,٣٦٠,٨٠٠	٤٧,٥	٣٣٨,٢٤٢,٧٥٠	٧٤٥,٦٠٣,٥٥٠	٧٨٠,٢٠٠,٠٠٠
٨٦ / ٨٧	١٠٣,٢	٤٧٧,٧٢٣,١٢٠	٨٥,٧	٦١٠,٢٦١,١٣٠	١٠٨٧,٩٨٤,٢٥٠	١٠٩٧,٤٥٠,٠٠٠
٨٧ / ٨٨	١٧٨,٤	٨٦٣,٠٢٨,١٩٧	١٧٠	١١٧٥,١٠٧,٦٦٠	٢٠٣٦,٣٨٤,٤٤٠	٢٠٤٠,٩٧٥,٠٠٠
٨٨ / ٨٩	٣٢,٩	١٥٢,٢٩٧,٣٩٠	٢٦	١٨٥,١٤٣,٤٠٠	٣٣٧,٤٤٠,٧٩٠	٣٤٣,١٠٠,٠٠٠
٨٩ / ٩٠	١٤٢,٩	٦٦١,٤٩٨,٣٩٠	٧٧,٦	٥٥٢,٥٨١,٨٤٠	١٢١٤,٠٨٠,٢٣٠	١٢٥٤,٩٠٠,٠٠٠
٩٠ / ٩١	٥٨,٣	٢٦٩,٨٧٦,٥٣٠	٢٨,٤	٢٠٢,٢٣٣,٥٦٠	٤٧٢,١١٠,٠٩٠	٤٨٧,٦٢٥,٠٠٠
٩١ / ٩٢	٧٤,٩	٣٤٦,٧١٩,٥٩٠	٥٨,٤	٤١٥,٨٦٠,٥٦٠	٧٦٢,٥٨٠,١٥٠	٨٢١,٣٢٥,٠٠٠
المجموع		٨٢٣٢,٦٣١,		١٣١٢٢,٤٩٦,٣٦٠	٢١٣٥٥,١٢٧,٤٤٤	

جدول رقم (٦-٤)

كميات المياه الجوفية المستخرجة لأغراض الزراعة للفترة (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) موزعة حسب المناطق

المنطقة	الموسم	٧١ / ٧٢	٧٢ / ٧٣	٧٣ / ٧٤	٧٤ / ٧٥	٧٥ / ٧٦	٧٦ / ٧٧	٧٧ / ٧٨	٧٨ / ٧٩	٧٩ / ٨٠	٨٠ / ٨١	٨١ / ٨٢	٨٢ / ٨٣	٨٣ / ٨٤
الشمال	شتاء	٣,١٩	٣,٥٩	٣,٨١	٤,١٢	٤,٤٣	٤,٦٩	٤,٩٩	٥,٢	٥,٢٣	٥,٧٩	٦,٤٣	٦,٧٨	٨,٠٥
	صيفاً	٣,٩٥	٤,٤٥	٤,٧٣	٥,٠٩	٥,٥	٥,٨٢	٦,١٨	٦,٤٥	٦,٥	٧,١٨	٧,٨٥	٨,٤١	١٠
	المجموع	٧,١٤	٨,٠٤	٨,٥٤	٩,٢١	٩,٩٣	١٠,٥١	١١,١٧	١١,٦٥	١١,٧٣	١٢,٩٧	١٤,٢٨	١٥,١٩	١٨,٠٥
العويرية	شتاء	١,٨٢	٢,٠٩	٢,٢	٢,٣٥	٢,٥٧	٢,٨٢	٢,٨٦	٣,٠٤	٣,٠١	٣,٣٣	٣,٦٥	٣,٩٢	٤,٦٥
	صيفاً	٢,٢٧	٢,٥٨	٢,٧٣	٢,٩١	٣,١٨	٣,٥	٣,٥٤	٣,٧٧	٣,٧٣	٤,١٤	٤,٥٣	٤,٨٦	٥,٧٧
	المجموع	٤,٠٩	٤,٦٧	٤,٩٣	٥,٢٦	٥,٧٥	٦,٣٢	٦,٤	٦,٨١	٦,٧٤	٧,٤٧	٨,١٨	٨,٧٨	١٠,٤٢
الخور	شتاء	٤,٢١	٤,٧٣	٥,٠٩	٥,٤٦	٥,٨٧	٦,٢٣	٦,٦٣	٦,٨٩	٧	٧,٦٦	٨,٤٢	٩,٠٣	١٠,٧
	صيفاً	٥,٢٣	٥,٨٦	٦,٣٢	٦,٧٧	٧,٢٧	٧,٧٣	٨,٢٣	٨,٥٤	٨,٦٨	٩,٥	١٠,٤٤	١١,١٨	١٣,٢٧
	المجموع	٩,٤٤	١٠,٥٩	١١,٤١	١٢,٢٣	١٣,١٤	١٣,٩٦	١٤,٨٦	١٥,٤٣	١٥,٦٨	١٧,١٦	١٨,٨٦	٢٠,٢١	٢٣,٩٧
أم صلال	شتاء	٢,٢	٢,٤٥	٢,٦٨	٢,٨٦	٣,٠٨	٣,٢٦	٤,٤٥	٣,٦٣	٣,٦٦	٤	٤,٣٩	٤,٧٦	٥,٦
	صيفاً	٢,٧٢	٣,٠٤	٣,٣٢	٣,٥٥	٣,٨٢	٤,٠٥	٤,٢٧	٤,٥	٤,٥٤	٤,٩٥	٥,٤٤	٥,٩١	٦,٩٥
	المجموع	٤,٩٢	٥,٤٩	٦	٦,٤١	٦,٩	٧,٣١	٨,٧٢	٨,١٣	٨,٢	٨,٩٥	٩,٨٣	١٠,٦٧	١٢,٥٥
الجميلية	شتاء	١,٤٧	١,٦٥	١,٧٦	١,٨٧	٢,٠٥	٢,١٦	٢,٢٧	٢,٣٨	٢,٤٢	٢,٦٨	٢,٩٢	٣,١٥	٣,٧
	صيفاً	١,٨٢	٢,٠٥	٢,١٨	٢,٣٣	٢,٥٥	٢,٦٨	٢,٨٢	٢,٩٥	٣	٣,٣٢	٣,٦٣	٣,٩١	٤,٥٨
	المجموع	٣,٢٩	٣,٧	٣,٩٤	٤,٢	٤,٦	٤,٨٤	٥,٠٩	٥,٣٣	٥,٤٢	٦	٦,٥٥	٧,٠٦	٨,٢٨
الريان	شتاء	٣,٥٩	٤,٠٣	٤,٣٢	٤,٦٥	٥,٠٢	٥,٣٢	٥,٦١	٥,٩	٥,٩٤	٦,٥١	٧,١٧	٧,٦٦	٩,١٢
	صيفاً	٤,٤٥	٥	٥,٣٦	٥,٧٧	٦,٢٣	٦,٥٩	٦,٩٥	٧,٣٢	٧,٣٦	٨,٠٩	٨,٩	٩,٥	١١,٣٢
	المجموع	٨,٠٤	٩,٠٣	٩,٦٨	١٠,٤٢	١١,٢٥	١١,٩١	١٢,٥٦	١٣,٢٢	١٣,٣	١٤,٦	١٦,٠٧	١٧,١٦	٢٠,٤٤
الدوحة	شتاء	٠,٧٣	٠,٨٤	٠,٨٨	٠,٩٥	١,٠٦	١,١٤	١,١٧	١,٢١	١,٢٥	١,٣٦	١,٥	١,٦١	١,٩١
	صيفاً	٠,٩١	١,٠٥	١,٠٩	١,١٨	١,٣٢	١,٤١	١,٤٦	١,٥١	١,٥٥	١,٦٨	١,٨٥	٢	٢,٣٦
	المجموع	١,٦٤	١,٨٩	١,٩٧	٢,١٣	٢,٣٨	٢,٥٥	٢,٦٣	٢,٧٢	٢,٨	٣,٠٤	٣,٣٥	٣,٦١	٤,٢٧
الوكرة	شتاء	٠,٥٥	٠,٦٢	٠,٦٦	٠,٧١	٠,٧٧	٠,٨١	٠,٨٨	٠,٩٢	٠,٩٢	١,٠٣	١,١	١,١٧	١,٣٩
	صيفاً	٠,٦٨	٠,٧٧	٠,٨٣	٠,٨٦	٠,٩٦	١,٠١	١,٠٩	١,١٤	١,١٤	١,٢٧	١,٣٦	١,٤٥	١,٧٣
	المجموع	١,٢٣	١,٣٩	١,٤٩	١,٥٧	١,٧٣	١,٨٢	١,٩٧	٢,٠٦	٢,٠٦	٢,٣	٢,٤٦	٢,٦٢	٣,١٢
جريان البطنة	شتاء	١,٢٥	١,٣٦	١,٤٧	١,٥٨	١,٦٩	١,٨٣	١,٩٤	١,٩٨	٢,٠٢	٢,٢	٢,٤٢	٢,٦	٣,٠٨
	صيفاً	١,٥٤	١,٦٨	١,٨٣	١,٩٥	٢,٠٩	٢,٢٧	٢,٤١	٢,٤٥	٢,٥	٢,٧٣	٣	٣,٢٢	٣,٨٢
	المجموع	٢,٧٩	٣,٠٤	٣,٣	٣,٥٣	٣,٧٨	٤,١	٤,٣٥	٤,٤٣	٤,٥٢	٤,٩٣	٥,٤٢	٥,٨٢	٦,٩
المجموع الكلي	شتاء	١٩,٠١	٢١,٣٦	٢٢,٨٧	٢٤,٥٥	٢٦,٥٤	٢٨,٢٦	٣٠,٨	٣١,١٥	٣١,٤٥	٣٤,٥٦	٣٨	٤٠,٦٨	٤٨,٢
	صيفاً	٢٣,٥٧	٢٦,٤٨	٢٨,٣٩	٣٠,٤١	٣٢,٩٢	٣٥,٠٦	٣٦,٩٥	٣٨,٦٣	٣٩	٤٢,٨٦	٤٧	٥٠,٤٤	٥٩,٨
	المجموع الكلي	٤٢,٥٨	٤٧,٨٤	٥١,٢٦	٥٤,٩٦	٥٩,٤٦	٦٣,٣٢	٦٧,٧٥	٦٩,٧٨	٧٠,٤٥	٧٧,٤٢	٨٥	٩١,١٢	١٠٨
الزيادة السنوية			٥,٢٦	٣,٤٢	٣,٧	٤,٥	٣,٨٦	٣,٤٣	٣,٠٣	٠,٦٧	٦,٩٧	٧,٥٨	٦,١٢	١٦,٨٨
عدد الايام شتاء		١٤٩	يوماً											
عدد الايام صيفاً		١٦٠	يوماً											
متوسط ساعات الفتح شتاء		٨,٤	ساعة											
متوسط ساعات الفتح صيفاً		٩,٧	ساعة											

تابع جدول رقم (٦-٤)
كميات المياه الجوفية المستخرجة لأغراض الزراعة
للفترة (٧١/ ٧٢-٩١/ ٩٢) موزعة حسب المناطق

٨٥ / ٨٤	٨٦ / ٨٥	٨٧ / ٨٦	٨٨ / ٨٧	٨٩ / ٨٨	٩٠ / ٨٩	٩١ / ٩٠	٩٢ / ٩١	المجموع الكلي	المعدل السنوي (١١سنة)
٨,٦	٨,٨	٩,٤٩	١٠,٤٤	١٠,٨١	١١,٣٢	١١,٥٨	١٢,٨٦	١٥٠,٢١	٧,١٥
١٠,٦	١٠,٩١	١١,٧٧	١٢,٩٥	١٣,٤	١٤,٠٤	١٤,٣٦	١٥,٩٥	١٨٦,١٧	٨,٨٧
١٩,٢	١٩,٧١	٢١,٢٦	٢٣,٣٩	٢٤,٢١	٢٥,٣٦	٢٥,٩٤	٢٨,٨١	٣٣٦,٣٨	١٦,٠٢
٤,٩	٥,٠٦	٥,٥	٦,٠٥	٦,٢٣	٦,٥٢	٦,٧١	٧,٤٨	٨٦,٨٤	٤,١٤
٦,١	٦,٢٧	٦,٨٢	٧,٥	٧,٧٣	٨,٠٩	٨,٣٢	٩,٢٧	١٠٧,٦٩	٥,١٣
١١,١	١١,٣٣	١٢,٣٢	١٣,٥٥	١٣,٩٦	١٤,٦١	١٥,٠٣	١٦,٧٥	١٩٤,٥٣	٩,٢٦
١١,٤	١١,٦٥	١٢,٦١	١٣,٨٥	١٤,٣٧	١٥,٠٣	١٥,٤٦	١٧,١١	١٩٩,٤٣	٩,٥٠
١٤,١	١٤,٤٥	١٥,٦٣	١٧,١٨	١٧,٨١	١٨,٦٣	١٩,١٨	٢١,٢٢	٢٤٧,٣	١١,٧٨
٢٥,٦	٢٦,١	٢٨,٢٤	٣١,٠٣	٣٢,١٨	٣٣,٦٦	٣٤,٦٤	٣٨,٣٣	٤٤٦,٧٣	٢١,٢٧
٦,٠	٦,٠٨	٦,٦	٧,٢٦	٧,٤٨	٧,٨٤	٨,١	٨,٩٤	١٠٥,٣٣	٥,٠٢
٧,٤	٧,٥٤	٨,١٨	٩	٩,٢٧	٩,٧٣	١٠,٠٤	١١,٠٩	١٢٩,٣٦	٦,١٦
١٣,٤	١٣,٦٢	١٤,٧٨	١٦,٢٦	١٦,٧٥	١٧,٥٧	١٨,١٤	٢٠,٠٣	٢٣٤,٦٩	١١,١٨
٣,٩	٤,١١	٤,٤	٤,٨	٤,٩٨	٥,٢١	٥,٣٥	٥,٩١	٦٩,٢	٣,٣٠
٤,٩	٥,٠٩	٥,٤٥	٥,٩٥	٦,١٨	٦,٤٥	٦,٦٤	٧,٣٢	٨٥,٨١	٤,٠٩
٨,٨	٩,٢	٩,٨٥	١٠,٧٥	١١,١٦	١١,٦٦	١١,٩٩	١٣,٢٣	١٥٥,٠١	٧,٣٨
٩,٧	٩,٩٣	١٠,٧٤	١١,٨	١٢,٢	١٢,٧٥	١٣,١٢	١٤,٥١	١٦٩,٦٤	٨,٠٨
١٢,٠	١٢,٣٢	١٣,٣١	١٤,٦٣	١٥,١٣	١٥,٨١	١٦,٢٧	١٨	٢١٠,٤	١٠,٠٢
٢١,٨	٢٢,٢٥	٢٤,٠٥	٢٦,٤٣	٢٧,٣٣	٢٨,٥٦	٢٩,٣٩	٣٢,٥١	٣٨٠,٠٤	١٨,١٠
٢,٠	٢,٠٥	٢,٢٤	٢,٤٢	٢,٥٣	٢,٦٨	٢,٧٥	٣,٠٤	٣٥,٣٧	١,٦٨
٢,٥	٢,٥٥	٢,٧٧	٣	٣,١٤	٣,٣٢	٣,٤١	٣,٧٧	٤٣,٨٧	٢,٠٩
٤,٥	٤,٦	٥,٠١	٥,٤٢	٥,٦٧	٦	٦,١٦	٦,٨١	٧٩,٢٤	٣,٧٧
١,٥	١,٥	١,٦٥	١,٨	١,٨٧	١,٩٤	٢,٠٢	٢,٢٤	٢٦,٠٦	١,٢٤
١,٨	١,٨٦	٢,٠٥	٢,٢٣	٢,٣٢	٢,٤١	٢,٥	٢,٧٧	٣٢,٢٩	١,٥٤
٣,٣	٣,٣٦	٣,٧	٤,٠٣	٤,١٩	٤,٣٥	٤,٥٢	٥,٠١	٥٨,٣٥	٢,٧٨
٣,	٣,٣٧	٣,٦٦	٤	٤,١	٤,٣٢	٤,٤٣	٤,٩١	٥٧,٥١	٢,٧٤
٤,٠	٤,١٨	٤,٥٤	٤,٩٥	٥,٠٩	٥,٣٦	٥,٥	٦,٠٩	٧١,٢٩	٣,٣٩
٧,٣	٧,٥٥	٨,٢	٨,٩٥	٩,١٩	٩,٦٨	٩,٩٣	١١	١٢٨,٨	٦,١٣
٥١,	٥٢,٥٥	٥٦,٨٩	٦٢,٤٢	٦٤,٥٧	٦٧,٦١	٦٩,٥٢	٧٧	٨٩٩,٥٩	٤٢,٨٤
٦٣,٩	٦٥,١٧	٧٠,٥٢	٧٧,٣٩	٨٠,٠٧	٨٣,٨٤	٨٦,٢٢	٩٥,٤٨	١١١٤,١٨	٥٣,٠٦
١١٥,٥	١١٧,٧٢	١٢٧,٤١	١٣٩,٨١	١٤٤,٦٤	١٥١,٤٥	١٥٥,٧٤	١٧٢,٤٨	٢٠١٣,٧٧	٩٥,٨٩
٧,٥	٢,١٤	٩,٦٩	١٢,٤	٤,٨٣	٦,٨١	٤,٢٨	١٦,٧٥		

ثالثا: تعريب المصطلحات العلمية التي وردت في فصول الكتاب

تعريب المصطلحات العلمية التي وردت ضمن فصول الكتاب مرتبة هجائيا

م	الفصل	التعريب	المصطلح
			(A)
١	٢، ٣	عضو أبروق الجيري	Abarouq Member
٢	٥	مجموعة نباتات السمر	Acacia Tortilis Community Type
٣	٦	مصدرها (لها علاقة)	Accruing
٤	٦	عبر (بعرض)	Across
٥	٤	عملية تبريد ذاتي	Adiabatic Cooling
٦	٣	حركة الهواء الأفقية (تأفق)	Advection
٧	٢	رواسب رملية هوائية	Aeolian Sand Deposits
٨	٥	تربة رملية هوائية	Aeolian Sandy Soil
٩	٣	تسوية بالإرساب (بناء بالتطمي)	Aggradation
١٠	٦	مناطق تجميع المياه	Aggregations
١١	٣	كثبان عرضية متموجة (عكل)	Akle
١٢	٢	تكوينات البصير	Al-Bussayir Formation
١٣	٦	القلوية	Alkalinity
١٤	٢	جراول طمية (غرينية)	Alluvial Gravels
١٥	٦	على طول	Along
١٦	٦	تغيرت وتطورت	Altered
١٧	١	منطقة العريق (العرايج)	Al-Urayq Sub-Area
١٨	٥	ذرات خشنة	Angular
١٩	٢	انهيدرايت (كبريتات الكالسيوم اللامائية)	Anhydrite
٢٠	٥	حولية	Annual
٢١	٥	نباتات حولية	Anual Plants
٢٢	٦	غير مألوف	Anomalous
٢٣	٥	مادة الأنثراكينونات يحتويها العشرق	Anthraquinones
٢٤	٢	حدبة (قبوة)	Anticline
٢٥	٦	ذروة التحدب (التقبب)	Anticlinal Pitch
٢٦	٢	طيات محدبة ومقعرة	Anticline & Syncline Flexures (Folds)
٢٧	٦	مقاومة ظاهرة (فعلية)	Apparent Resistivity
٢٨	٦	طبقة كتيمة حازنة للماء	Aquiclude
٢٩	٦	طبقات خازنة للمياه الجوفية	Aquifers (Aquafers)
٣٠	٦	طبقة كتيمة طاردة للماء	Aquifuge
٣١	٦	ظروف الإعاقة المميزة لبعض الطبقات	Aquitard Conditions
٣٢	٦	محاليل مائية	Aqueous Solutions
٣٣	٢	الرفرف العربي	Arabian Shelf

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Arabian Shield	الدرع العربي	٢	٣٤
Aragonite	كربونات كالسيوم على هيئة بلورات	٢	٣٥
Aragonitic Mud	رواسب الطين الأراغونيتي	٢	٣٦
Arch	قوس (قنطرة)	٢	٣٧
A Region of Shallows	إقليم من المخاضات	٢	٣٨
Artesian Head	جسم (كتلة) المياه الإرتوازية	٦	٣٩
Ascent and Rising Air	صعود الهواء المتجمع إلى أعلى	٤	٤٠
A Surface of Accumulations	مستويات (سطوح) الترسيب البحري	٢	٤١
A Surface of Marine Abrasion	سطح تحات بحري (انسحاج بحري)	٢	٤٢
Assemblages	مجموعات	٣	٤٣
Atmospher	وحلة الجو	٤	٤٤
Automatic Well Recorders	آبار بأجهزة تسجيل آلي	٦	٤٥
Available Relief	تضاريس متاحة	١	٤٦
Azonal	تربة لا طبقية (لا نطاقية)	٥	٤٧
(B)			
Bad Drainage	تصريف رديء	٥	٤٨
Bad Lands	أراضي وعرة (رديئة)	١	٤٩
Bands	أحزمة (حيود شريطية)	٢	٥٠
Barchan Dunes	كثبان هلالية	٣	٥١
Barchanoid	برخانية الشكل (هلالية)	٣	٥٢
Beaufort	مقياس بيوفورت لسرعة الرياح	٤	٥٣
Bed	سرير (قاع) أو طبقة صخرية	١	٥٤
Bedding Planes	سطوح انفصال طباقية	٦	٥٥
Bell-Shaped Curve	منحنى ناقوسي الشكل	٤	٥٦
Biological	عضوي	٥	٥٧
Biological Activity	العامل البيولوجي (النشاط)	٥	٥٨
Biotic	أحيائي	٥	٥٩
Boulders	جلاميد صخرية	٢، ٣	٦٠
Brackish	ماء أجاج (ملح، حراق، زعاق)	٦	٦١
Brackish Groundwater	ماء جوفي ملح	٦	٦٢
Break	تكسر الأمواج	٣	٦٣
Break-in-Slope	التغير في الانحدار (نقط تقطع)	٣	٦٤
Breccia	بريشة (بريشا)	٢/٨	٦٥
(C)			
$CaCO_3$	كربونات الكالسيوم	٥	٦٦
CaF2	فلورايد الكالسيوم (الفلورسبار)	٦	٦٧

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Calcite	كالسيت (كربونات الكالسيوم البلورية)	٢	٦٨
Canyons	خوانق	٢/٧	٦٩
Carbonate-Cemented Sand Dunes	رواسب كثبان رملية ملتحمة بمواد كربونية	٢	٧٠
Carbonate Faces	سحنات كربونية	٦	٧١
Cardinal Temperature	حرارة حدية	٥	٧٢
Categories	أنواع	٦	٧٣
Cations	كاتيونات	٦	٧٤
Cells	عدسات المياه الجوفية	٦	٧٥
Centripetal Pattern	نمط تصريف مركزي	٣	٧٦
Cereals	مجموعة الحبوب (القمح والشعير)	٦	٧٧
Chemical Constituents	مركبات كيميائية	٦	٧٨
Chemical Properties	خواص كيميائية	٥	٧٩
Chenier Beaches	شواطئ رملية شريطية	٣	٨٠
Chert Horison	طبقة (أفق) الصوان	٦	٨١
Circulation	تحرك وانتشار	٦	٨٢
Circularity Ratio	نسبة الاستدارة	٣	٨٣
Clay	صلصال	٦	٨٤
Climate	مناخ	٥	٨٥
Cloudiness	تكوين السحب	٤	٨٦
CO_3	أوكسيد الكربون	٦	٨٧
Coarse	خشن	٣	٨٨
Coarse-Grained Oolitic	سرئيات ذات (حبيات) نسيج خشن	٢	٨٩
Coastal Cliff	جروف ساحلية	٣	٩٠
Coastal Land Sabkhah Community Types	مجموعة نباتات مناطق السبخات الساحلية	٥	٩١
Coastal Land Sand Community Types	مجموعة نباتات الأراضي الرملية الساحلية	٥	٩٢
Coastal Intrusions	تداخلات ساحلية	٣	٩٣
Coccolith	نبات الكوكوليث	٦	٩٤
Coeffecient of Variations	معاملات التغير	٤	٩٥
Colocynthin	جلوكوسيد الكولوسيثن	٥	٩٦
Compound Wind Rose	وردة رياح مركبة	٤	٩٧
Conclusion	خلاصة	٢	٩٨
Conditionally Suitable	ذات صلاحية ظرفية	٥	٩٩
Conduit	ممر	٦	١٠٠
Confined	حبيسة	٦	١٠١
Conformity	متوافقة	٢	١٠٢
Confused and Contradicotry	مشوشة ومتناقضة	٦	١٠٣

م	الفصل	التعريب	المصطلح
١٠٤	٥	رصيص، دلوك (حصى المجمعات)	Conglomerate
١٠٥	٦	مخاريط الإنضاب	Conse of Depression (Exhaustion)
١٠٦	٤	تكاثف بخار الماء	Consendation
١٠٧	٦	متماسكة	Consolidated
١٠٨	٢/٧	الرفرف القاري	Continental Shelf
١٠٩	٤	تيارات الحمل	Convectional
١١٠	٤	أمطار انقلابية	Convectional Rain
١١١	٤	تجمع الهواء السفلي	Convergence
١١٢	٣	شعب (رصيف) مرجاني	Coral Reef
١١٣	٤	حركة الأرض الدورانية	Coriolis Force
١١٤	٤	معامل ارتباط	Correlation Coeffecient
١١٥	٤	جيب تمام الزاوية	Cosine
١١٦	٤	كتلة قطبية قارية	cP
١١٧	٥	مسار النباتات العصيرية	Crassulacean Acid Metabolism
١١٨	١	وهدة فوهية (تشبه فوهة بركان)	Crater like
١١٩	٦	تخلع الأسنان لنقص الكالسيوم	Crippling Decalcification
١٢٠	٤	كتل مدارية قارية	cT
١٢١	٥	أراضي قابلة للزراعة	Cultivable Lands
١٢٢	٥	أراضي مزروعة	Cultivated Lands
١٢٣	٤	سحائب المزن الركامي	Cumulonimbus (cB)
١٢٤	٣	نمط قوسي مقعر (هلالي)	Cuspate Form
			(D)
١٢٥	٣	دحل (حفرة إذابة كارستية)	Dahl (Dehul)
١٢٦	٢	فترة الداني (نهاية الكريتاسي)	Danian
١٢٧	٦	أشجار النخيل	Date Palms
١٢٨	٦	عملية تصخر	Diagenisis
١٢٩	٦	يتناقص أو ينخفض	Decline
١٣٠	٦	آبار استكشافية عميقة	Deep Exploratory Wells
١٣١	٦	مفرغة	Deflated
١٣٢	٣	هدم أو تخفيض بالحت والتعرية	Degradation
١٣٣	٦	تسوس الأسنان (نخرها)	Dental Caries
١٣٤	٦	نضوب (غار الماء وبعُد)	Depletions
١٣٥	٢	عملية إرساب السحنات	Deposition of Faces
١٣٦	٤	منخفضات	Depressions (Lows)
١٣٧	٦	إزالة الأملاح (تحلية مياه البحر)	Desalinised
١٣٨	١	أرصفة صخرية صحراوية	Desert Pavements

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Detoriorate	يتدهور (يتلوث)	٦	١٣٩
Deterioration	تدهور المياه الجوفية	٦	١٤٠
Determination Coeffecient	معامل التحديد	٤	١٤١
Dew-Point Temperature	درجة حرارة نقطة الندى	٤	١٤٢
Diagram	رسم بياني تخطيطي	٤	١٤٣
Dilation	تمدد وانكماش الصخور	٥	١٤٤
Direction	اتجاه	٤	١٤٥
Discern	لا يمكن تعيينه (تمييزه)	٦	١٤٦
Discharge	تصريف (صبيب)	٦	١٤٧
Disconformable	متخالفة	٢	١٤٨
Disconformity	ظاهرة عدم التوافق (التخالف)	٢	١٤٩
Disication Tolerant Plants	نباتات تتحمل التجفيف	٥	١٥٠
Disposal	التخلص	٦	١٥١
Dissipated	متشرة (متفرقة)	٦	١٥٢
Dissolved	مذابة	٦	١٥٣
Distilled Water	مياه مقطرة	٦	١٥٤
Diterpenoids	ثنائي أشباه التربينات	٥	١٥٥
Divergence	تشتت الهواء العلوي	٤	١٥٦
Doldrum	الركود الاستوائي	٤	١٥٧
Dolomitized	مدلت (تحول إلى دولومايت)	٢	١٥٨
Dolomitisation	دلتة الصخور (عملية اندماج وتصخر)	٦	١٥٩
Downward	باتجاه الأسفل (الباطن)	٦	١٦٠
Draa'	دراع (نوع من الكثبان المركبة)	٣	١٦١
Drawdown	هبوط المنسوب	٦	١٦٢
Drought Tolerant	القدرة على تحمل الجفاف	٥	١٦٣
Drying Reefs	حيود بحرية جافة	٢/١٠	١٦٤
Dukhan Alveolina Limestone	حجر جير دخان من الألفيولينا	٢	١٦٥
Dukhan Anticline	حدبة دخان	٢	١٦٦
Dump	مطرح النفايات	٦	١٦٧
Duri-Crust	قشرة صلبة	٢	١٦٨
Dust	غبار	٤	١٦٩
Dust or Sand Storms	عواصف غبارية أو رملية	٤	١٧
(E)			
Earth Albedo	نورانية الأرض	٤	١٧١
Electrical Conductivity (EC)	التوصيل الكهربي	٦	١٧٢
Ecology	علم البيئة	٥	١٧٣

م	الفصل	التعريب	المصطلح
١٧٤	٣	تكوينات الدمام الأسفل الإيوسينية	Edm1
١٧٥	٢	تكوينات الدمام الأعلى الإيوسينية	Edm2
١٧٦	٤	القطع الناقص	Ellips
١٧٧	٢	إهليلجي الشكل	Elliptical-Shaped
١٧٨	٣	نسبة الاستطالة	Elongation Ratio
١٧٩	٥	استخلاص	Eluvated
١٨٠	٢	مناطق حسر	Emerged
١٨١	٦	تزايد	Enhancement
١٨٢	٢	الإيوسين (ثاني عصور الزمن الثالث)	Eocene
١٨٣	٥	نباتات تتجنب (تتحمل) الجفاف	Ephemerals
١٨٤	٢	حين من الدهر	Epoch
١٨٥	٣	تكوينات الرس الإيوسينية	Er
١٨٦	٢	رصيف (سطح) تحاتي	Erosional Platform
١٨٧	٥	عمليات النحت (جرف) والنقل	Erosion and Transportation
١٨٨	٦	مضللة (لا تهدي إلى بر الأمان)	Err on the Safe Side
١٨٩	١	حواف (جروف) صخرية قارية	Escarpments
١٩٠	٢	تذبذب مستوى سطح البحر	Eustatism
١٩١	٤/٥	عملية التبخر	Evaporation
١٩٢	٦	عمليتا النتح والتبخر	Evapotranspiration
١٩٣	٦	حدود قصوى	Excessive Limits
١٩٤	٦	نسبة الصوديوم القابلة للتبادل	Exchangable Sodium Percentage
١٩٥	٦	الاستنفاد	Exhaustion
١٩٦	٢	عمليات التشكيل الخارجية	Exogenous Processes
١٩٧	٦	آبار استكشافية	Exploratory Wells
١٩٨	٦	مناطق واسعة (فسيحة)	Extensive Areas
			(F)
١٩٩	٢	قبة فحاحيل	Fahahil Dome
٢٠٠	٢	حجر جير فحاحيل من الفيلاتس	Fahahil Velates Limestone
٢٠١	٥	عائلة	Family
٢٠٢	٣	رصيف مرجاني (شط رملي) (اسم محلي)	Fasht
٢٠٣	٢	صدوع	Faults
٢٠٤	٢	الحياة الحيوانية	Fauna
٢٠٥	٦	حد ريشي (قليلة الانتشار والسماكة)	Feather-Edge
٢٠٦	٤	قانون فرل الخاص بانتقال الرياح	Ferrel's Law
٢٠٧	٦	السعة الحقلية	Field Capacity
٢٠٨	٣	روافد مصدرية (أولية)	Finger Tips

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Fissures & Joints	الشقوق والمفاصل	٢	٢٠٩
Flandrian	فترة جليد الفلاندري	٣	٢١٠
Flandrian Transgression	طغيان البحر الفلاندري	٢	٢١١
Flandrian Transgression of the Holocene	طغيان البحر الفلاندري في عصر الهولوسين	٢	٢١٢
Flanks	أجنحة الحدبة (أطرفها، جوانبها)	٢	٢١٣
Flash of Light	وميض الضوء	٤	٢١٤
Floride	الفلورايد	٦	٢١٥
Foraminefra	منخربات (حيوانات صدفية)	٢	٢١٦
Foreshore of High Tide	براح المد العالي	٦	٢١٧
Formers	عوامل	٥	٢١٨
Fossil Coastline	خط الساحل الحفري (مستحجر)	٢	٢١٩
Fossilferous	حفري (مستحجر)	٢	٢٢٠
Fractured	ذات شقوق	٢	٢٢١
Fractures	شقوق	٦	٢٢٢
Fracture Planes	سطوح التشقق	٦	٢٢٣
Fresh Breeze	نسيم عليل	٤	٢٢٤
Friable	سهل التفتت	٦/٢	٢٢٥
Fronts	جبهات	٤	٢٢٦
Frontal	جبهوي	٤	٢٢٧
Front Genesis	نشأة الجبهات وتشكيلها	٤	٢٢٨
(G)			
Gap	فجوة (ثغرة)	٢	٢٢٨
Garbages	نفايات	٦	٢٢٩
Gastropod	محارات قواقع	٣	٢٣٠
Genera	جنس	٥	٢٣١
Gentle Breeze	نسيم هادئ	٤	٢٣٢
Geological Evolution	التطور الجيولوجي	٢	٢٣٣
Geological Structure	بنية جيولوجية	٢	٢٣٤
Glacial Maxima	فترة الجليد القصوى	٢	٢٣٥
Grade	توازن الحت والترسيب (يسوي)	٣	٢٣٦
Grains	حبوب	٦	٢٣٧
Granular	طبقة حبيبة الذرات	٦	٢٣٨
Gravels	جراول (حصى)	٣/٢/١	٢٣٩
Gravels of Continental Origin	جراول ذات أصل قاري	٢	٢٤
Gravity	جاذبية	٦	٢٤١
Green Foders	أعلاف خضراء	٦	٢٤٢

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Grounwater Contours	خطوط تساوي المياه الجوفية	٦	٢٤٣
Grounwater Movement	حركة المياه الجوفية	٦	٢٤٤
Grounwater Table	مستوى الماء الجوفي	٥	٢٤٥
Gybsum	رواسب الجبس	٢	٢٤٦
Gybsum Accumulation	تجمعات جبسية	٥	٢٤٧
(H)			
Halite	ملح صخري (كلوريد الصوديوم الطبيعي)	٢	٢٤٨
Halomorphic Soils	تربات ملحية البنية	٥	٢٤٩
Halophytes	نباتات ملحية	٥	٢٥٠
Halophytic Coastal Communities	مجموعة النباتات الملحية الساحلية	٥	٢٥١
Haze	عجاج (سديم) إغبرار	٤	٢٥٢
Head Loss	فقدان طاقة التدفق	٦	٢٥٣
Heat Exchange	تبادل حراري	٤	٢٥٤
HCO_3	بيكربونات (القلوية)	٦/٥	٢٥٥
Hiatus	فجوة جيولوجية (فترة يتوقف فيها الإرساب)	٢	٢٥٦
High Drainage	تصريف جيد (مرتفع)	٣	٢٥٧
High Tide	المد العالي	٥	٢٥٨
Higher head	ضغط طاقة التدفق العالية	٥	٢٥٩
Highly Suitable	ذات صلاحية عالية	٥	٢٦٠
Hillocks	أكمات جيرية	٢	٢٦١
Holding	تحتفظ	٦	٢٦٢
Holocene Blockage	الانسداد الهولوسيني	٢	٢٦٣
Homogeneity	تجانس	٦	٢٦٤
Hooks	خطاطيف	٣	٢٦٥
Horizons	آفاق	٥	٢٦٦
Humidity	رطوبة نسبية	٤	٢٦٧
Humied	حميض	٥	٢٦٨
Humus	مادة الدبال	٥	٢٦٩
Hydraulic Gradient Unit	وحدة الممال الهيدروليكي	٦	٢٧٠
Hydraulic Head	جسم طاقة التدفق الهيدروليكية	٦	٢٧١
Hydrological Studies	دراسات هيدرولوجية	٦	٢٧٢
(I)			
Illuvial	طبقة التركيز السفلي (التطمي)	٥	٢٧٣
Immature Soil	تربة غير ناضجة	٥	٢٧٤
Impervious	طبقة كتيمة (صماء)	١	٢٧٥
Incineration	ترميد (تحويل إلى رماد)	٦	٢٧٦

م	الفصل	التعريب	المصطلح
٢٧٧	٦	مندمجة (متحلة)	Incorporated
٢٧٨	٦	تغلغل (تسلل)	Incursion
٢٧٩	٦	امتلاء متواصل	Infilling
٢٨٠	٦	صوب اليابسة (داخلي)	Inland
٢٨١	٢	رواسب داخلية	In-Land Deposits
٢٨٢	٢	ثنائية (مزدوجة)	In Pairs
٢٨٣	٦	اعترضت (حالت دون حركة المياه)	Inpeded
٢٨٤	٣	مدخلات	Inputs
٢٨٥	٦	الداخل والخارج (التغذية والتصريف)	Input & Output
٢٨٦	٢/٨	في الموضع	In Situ
٢٨٧	٤	اضطراب وعدم استقرار	Instable
٢٨٨	٥	غير كافية	Insufficient
٢٨٩	٤	غزارة الأمطار	Intensity
٢٩٠	٦	طبقات متداخلة	Interbedded
٢٩١	٢	تداخلات	Intercalations
٢٩٢	٦	يواجه (يفصل)	Interface
٢٩٣	٢	رصيف داخلي	Interior Platform
٢٩٤	٣	تصريف داخلي	Internal Drainage
٢٩٥	٦	تداخل (اندساس)	Intrusion
٢٩٦	٦	موجات غازية (متتابعة)	Intrusion Waves
٢٩٧	٢/٨	صخور اندفاعية متداخلة	Intrusive Rocks
٢٩٨	٤	علاقة عكسية	Inverse Correlation
٢٩٩	٢	انقلاب تضاريسي	Inversion of Relief
٣٠٠	٢	يؤيد	Invoke
٣٠١	٦	مشوشة (غير ثابتة)	Involved
٣٠٢	٦	نحو الداخل	Inward
٣٠٣	٢	مشوب بالحديد	Iron Staining
٣٠٤	٦	مياه الري العائدة نحو الخزان الجوفي	Irrigation Return
٣٠٥	٢/٧	خطوط تساوي الملوحة	Isoholines
٣٠٦	٦	خطوط تساوي الملوحة	Isosalinity Contours
٣٠٧	٢/٧	خطوط تساوي الحرارة	Isotherms
			(J)
٣٠٧	٢	قبة جليحة	Jaleha Dome
٣٠٨	٣	فرضة	Jetty
٣٠٩	٦	مفاصل	Joints

م	الفصل	التعريب	المصطلح
			(K)
٣١٠	٢	قبة الكرعانة	Karanah Dome
٣١١	٦	إذابة كارستية (مذابة ومتفككة)	Karistification (Karistified)
٣١٢	٣	خراسيع (حفر إذابة كارستية لم تكتمل)	Kharasi'
٣١٣	٢	قبة خرزة الدرب	Kharzat Ad-darb Dome
٣١٤	٣	دكاوات (رواب أو هضيبات مدورة)	Knolls
			(L)
٣١٥	٥	الفصلية الشفوية	Labiate
٣١٦	٣	بحيرات شاطئية ضحلة	Lagoons
٣١٧	٢	بقايا حيوانات بحرية شاطئية	Lagoonal Fauna
٣١٨	٥	استخدامات الأرض	Land Utilizations
٣١٩	٦	جانبية	Lateral (ly)
٣٢٠	١	نحت جانبي طبيعي (ميكانيكي)	Lateral Corrasion
٣٢١	٦	إحلال جانبي	Laterally Replacement
٣٢٢	٦	غيض	Leachate
٣٢٣	٥/٢	غسل التربة أو تصويلها	Leaching
٣٢٤	٦	تغيض باتجاه الباطن	Leaching Downwards
٣٢٥	٦	نشع (تسرب، انتقال)	Leakage
٣٢٦	٥	فصيلة البقوليات	Leguminosae
٣٢٧	٦	عدسات المياه الجوفية العذبة	Lens
٣٢٨	٦	مناسيب (مستويات)	Levels
٣٢٩	٥	الأشنان بالضم (الإشنان بالكسر)	Lichens
٣٣٠	٥	حجر جيري	Limestone
٣٣١	٢	حجر جير وصلصال تكوين الدام	Limestone & Clay of Dam Sub-Formation
٣٣٢	٢	حجر جير وصلصال تكوين الدام الأسفل	Limestone & Clay of Lower Dam Formation
٣٣٣	٢	حجر جير وصلصال تكوين الدام الأعلى	Limestone & Clay of Upper Dam Formation
٣٣٤	٢	حجر جير ودولومايت تكوين الرس	Limestone & Dolomite of Rus Formation
٣٣٥	٢	حجر جير ودولومايت الدمام الأعلى	Limestone & Dolomite of Upper Dammam
٣٣٦	٢	الحجر الرملي والجيري	Lime & Sandstone
٣٣٧	٥	أعرال من الجير	Lime Segregations
٣٣٨	٣	شواطئ رملية شريطية (خطية)	Linear Sand Beaches
٣٣٩	٤	خطوط الانحدار المستقيمة)	Linear Trends
٣٤٠	٦	اتصال	Linkage
٣٤١	٦/٢	خصائص الصخور	Lithology
٣٤٢	٥	تربة صخرية	Lithosol Soil
٣٤٣	٤	تيار ساحلي	Littoral Current

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Loamy Soil	تربة رملية طينية	٥	٣٤٤
Loamy Silty Soil	تربة غرينية رملية طينية (طميية لومية)	٥	٣٤٥
Logan's Method	طريقة لوجان	٦	٣٤٦
Long Duration	فترة دوام طويلة	٦	٣٤٧
Low-Dipping	بطيء الميل (تدريجي)	٢	٣٤٨
Low Status	سحائب طباقية	٤	٣٤٩
Lower Dammam Aquitards	طبقات الدمام الحاوية للمياه الجوفية السطحية	٦	٣٥٠
Lower Fars Series	تتابعات الفارس في إيران	٢	٣٥١
(M)			
Maestrichtian	فترة المستريخي	٢	٣٥٢
Magnitude	قيمة (قدر)	٤	٣٥٣
Main Drainage Line	خط التصريف الرئيسي (المجرى الرئيسي)	١	٣٥٤
Main Topographic Characteristics	سمات طبوغرافية أساسية	١	٣٥٥
Major Anion	أيون رئيسي	٦	٣٥٦
Marginally Suitable	ذات صلاحية حدية	٥	٣٥٧
Marine Deposits	رواسب بحرية (شاطئية)	٢	٣٥٨
Marine Sandy Soil	تربة رملية ذات نشأة بحرية	٥	٣٥٩
Marine Terraces	مدرجات بحرية	٢	٣٦٠
Marine Transgression	غمر بحري	٢	٣٦١
Marl	طين جيري (سجيل)	٢	٣٦٢
Marsh	سبخة (مستنقع) أو هور	٣	٣٦٣
Massive	كتلي (مصمت)	٥	٣٦٤
Md1	تكوين الدام الأسفل (مختصرة)	٢	٣٦٥
Md2	تكوين الدام الأعلى (مختصرة)	٢	٣٦٦
Mesas (Mezas)	هضيبات صغيرة مستوية (منضدية الشكل)	٣/٢	٣٦٧
Mesokurtic	توزيع متوسط التفرطح (متماثل)	٦	٣٦٨
Meteoric	جوية	٦	٣٦٩
Mid-Wurm Intertidal	فترة الفيرم الوسطى الواقعة بين فترتين جليديتين	٢	٣٧٠
Midra Shales	طين مدرا الصفحي	٢	٣٧١
Milliequivalent Per Litre	ملليتكافؤ/ اللتر	٦	٣٧٢
Milliolite	الميليوليت	٢	٣٧٣
Minor	صغير (دقيق)	٢	٣٧٤
Mist	شبورة (ضباب)	٤	٣٧٥
Moderate Breeze	نسيم معتدل	٤	٣٧٦
Moderate Drainage	تصريف معتدل	٣	٣٧٨
Moderately Suitable	ذات صلاحية متوسطة	٥	٣٧٩



المصطلح	التعريب	الفصل	م
Modify	يتكيف (يستجيب)	٥	٣٨٠
Moisture	رطوبة جوية	٤	٣٨١
Moisture Exchange	تبادل الرطوبة	٤	٣٨٢
Monitor Wells	آبار مراقبة	٦	٣٨٣
Monsoon	رياح موسمية	٤	٣٨٤
Mother Rocks	صخور أصلية (الاديم)	٥	٣٨٥
Motting	بقع في الأسنان	٦	٣٨٦
Mounding of Water Table	تقبب منسوب المياه الجوفية	٦	٣٨٧
Moving Averages	متوسطات متحركة	٤	٣٨٨
mP	كتل مدارية قارية	٤	٣٨٩
mT	كتل مدارية بحرية	٤	٣٩٠
Mud	طين	٢	٣٩١
Mud & Silt Deposits	رواسب الطين والغرين	٢	٣٩٢
(N)			
Natural & Biotic Factors	عوامل طبيعية وحيوية	٥	٣٩٣
Natural Vegetation	نبات طبيعي	٥	٣٩٤
Negative Amplitudes	طيات داخلية مقعرة	٣	٣٩٥
Neogene	النيوجين (الأدوار العليا من الزمن الثالث)	٢	٣٩٦
New Route	مسار (مجال) جديد	٦	٣٩٧
Nitragenous Fertilizes	مخصبات أزوتية	٦	٣٩٨
Nitrate	نترات	٦	٣٩٩
No Intervening Beds	عدم حدوث طبقات متداخلة	٢	٤٠٠
Non-Conformity	ظاهرة التباين	٢	٤٠١
Non-Sequence	غير متعاقب أو متتابع	٢	٤٠٢
Normal Curve Fitting	توفيق المنحنى المعتدل	٦	٤٠٣
Not Suitable	غير صالح	٥	٤٠٤
(O)			
Obsequent	مجرى عكسي (مضاد للاتجاه العام)	١	٤٠٥
Observation Wells	آبار مراقبة	٦	٤٠٦
Occlusion	اكتمال أو امتلاء الإعصار	٤	٤٠٧
Off-Shore	بعيد عن الشاطئ (غمري مشاطئ)	٢	٤٠٨
Oligocene	الأوليجوسين (ثالث عصور الزمن الثالث)	٢	٤٠٩
Ooliths	سرئيات (بطروخية)	٢	٤١٠
Oolitic Sandy Soil	تربة رملية أوليتية (بطروخية)	٥	٤١١
Organic Matters	مادة عضوية	٥	٤١٢
Organisms	عوامل عضوية	٥	٤١٣

م	الفصل	التعريب	المصطلح
٤١٤	١	خريطة أوروجرافية (تضاريسية)	Orographic Map
٤١٥	١	مكاشف أو مطالع الطبقات	Outcrops
٤١٦	١	صخور عزيلة	Outliers
٤١٧	٦	باتجاه (نحو، صوب) الخارج	Outward
٤١٨	٢	أصداف الأويستر، الكاردز والبكتس	Oyster, Cardies & Pectes Shells
			(P)
٤١٩	٢	المستحجرات (علم الحفريات)	Palaeontology
٤٢٠	٢	الباليوسين (أول عصور الزمن الثالث)	Paleocene
٤٢١	٢	الباليوجين (أدوار الثلاثي السفلى)	Paleogene
٤٢٢	٢	شبه توافق	Para-Conformity
٤٢٣	٢	متوازية ومتقاربة	Parallel & Closely-Spaced
٤٢٤	٢	عودة طغيان البحر جزئيا	Partial Return
٤٢٥	٥	المادة الأصلية	Parent material
٤٢٦	٦	قلة أو ندرة	paucity
٤٢٧	٤	قمم	Peaks
٤٢٨	٢	حصباء	Pebbles
٤٢٩	٢	قبة طولية الامتداد مركزية الميل	Percline
٤٣٠	٦	ينفذ (يتسرب، يتخلل)	Percolated
٤٣١	٥	دائمة	Perennial
٤٣٢	٥	نباتات دائمة	Perennial Plants
٤٣٣	٥	طبقات دائمة الرطوبة	Permanent Wet Layers
٤٣٤	٣/٦	نفاذية الصخور	Permeapility
٤٣٥	٦	حدود مسموح بها	Permissible Limits
٤٣٦	٥	الأس الهيدروجيني	PH
٤٣٧	٦	مناسيب المياه الجوفية	Phreatic Water Levels
٤٣٨	٢	عقيدات فوسفاتية	Phosphate Nodules
٤٣٩	٦	يستخلص	Pick Up
٤٤٠	٢	حركات افقية ضاغطة	Piercement Movements
٤٤١	٦	مناسيب	Piezometers
٤٤٢	٦	مستوى الماء الباطني	Piezometric Surface
٤٤٣	٥	علم البيئة النباتية	plant Ecology
٤٤٤	٥	هضبات	Plateaus
٤٤٥	٣	أرصفة صخرية	Platforms
٤٤٦	٦	توزيع مفرطح	Platykurtic (Flat)
٤٤٧	٢	فترات مطيرة	Pluvials
٤٤٨	٣	تصريف ردىء	Poor Drainage

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Porosity	مسامية	٦/٣	٤٤٩
Precipetation	تساقط	٤	٤٥٠
Pre-Deflation	عملية ما قبل التفريغ	٦	٤٥١
Pre-Pliocene	ما قبل البليوسين	٢	٤٥٢
Pressure Gradient	انحدار (تدرج) الضغط	٦/٤	٤٥٣
Profound	لم يتم إدراكه	٦	٤٥٤
Prolific Shrimps	قشريات غزيرة الإنتاج	٦	٤٥٥
Pseudo Oolitic	حجر رملي بطروخي	٣	٤٥٦
Pulsatory	متذبذبة	٢	٤٥٧
Pure Stands	عائلات نقية ومتماثلة	٥	٤٥٨
(Q)			
Qatar Centrocline	قبة قطر الرئيسة (المركزية)	٢	٤٥٩
Qatari Arch	القوس القطري	٢	٤٦٠
Qes	رواسب رملية هوائية (رباعية)	٢	٤٦١
Qmcs	رواسب شاطئية (رباعية)	٢	٤٦٢
Qsb	رواسب السبخات (رباعية)	٢	٤٦٣
Qsm	رواسب الطين والسلت (رباعية)	٢	٤٦٤
Quaternary Era	الحقب الرابع	٥	٤٦٥
(R)			
Rainfall	مطر	٦	٤٦٦
Rapid Advances Waves	موجات سريعة ومتلاحقة	٢	٤٦٧
Recent Past	الماضي القريب	٦	٤٦٨
Recent & Quaternary Deposits	رواسب الرباعي والحديث	٢	٤٦٩
Recharge	تغذية	٦	٤٧٠
Recharge Wells	آبار تغذية	٦	٤٧١
Recharge Zone	منطقة تغذية	٦	٤٧٢
Redeposition	إعادة ترسيب	٦	٤٧٣
Redistribution	إعادة توزيع	٦	٤٧٤
Re-Entrant	ثغرة أو منفذ ساحلي زاوي	١	٤٧٥
Reimpostion	إعادة انطباع	٢	٤٧٦
Ridges	حروف جرفية الانحدار (حيود)	٣	٤٧٧
Relative Relief	تضاريس نسبية	١	٤٧٨
Released	يستخلص من	٦	٤٧٩
Relief	تضاريس	٥	٤٨٠
Relief Ratio	نسبة التضرس	٣	٤٨١
Remainder	متخلفة (متبقية)	٦	٤٨٢



م	الفصل	التعريب	المصطلح
٤٨٣	٦	يرسم صورة أكثر تعقيدا	Rendered
٤٨٤	٦	متخلفة (متبقية)	Residual
٤٨٥	٥	تربة موضعية (محلية)	Residul Soil
٤٨٦	٦	مقاومة	Resistıvity
٤٨٧	٤	محصلة	Resultant
٤٨٨	٦	فترة الرجوع	Return Period
٤٨٩	٢	إعادة تشكيل	Re-Worked
٤٩٠	٥	حطام صخري	Rock Debris
٤٩١	٥	الترابات الرملية الحجرية	Rocky Fragments & Sandy Soils
٤٩٢	٥	مجموعة نباتات الروضات	Rodha Community Types
٤٩٣	٥	الروضات (اسم محلي)	Rodhat
٤٩٤	٣	درجة الوعورة	Ruggedness
٤٩٥	٤	متوسطات متحركة	Running Means
			(S)
٤٩٦	٣	سبخة	Sabkha (Salar)
٤٩٧	١	بروز متولد عن تل مرتفع	Salient of Spur
٤٩٨	٥	تربات ملحية	Saline Soils
٤٩٩	٢	اختراقات ملحية	Salt Diapirism
٥٠٠	٣	شطوط رملية	Sand Banks
٥٠١	٥	مجموعة نباتات الكثبان الرملية	Sand Dunes Community Type
٥٠٢	٣	نبكة	Sand Shadow
٥٠٣	٢	حجر رملي وحصباء ورصيص تكوين الهفوف	Sandstone, Pebbles & Conglomerate of Hofuf Formation
٥٠٤	٥	تربة رملية	Sandy Soil
٥٠٥	٥	الجنوب الرملي	Sandy South
٥٠٦	٦	طريقة الدفن الصحي للمخلفات	Sanitary Landfill
٥٠٧	٦	مختصر لمعنى درجة إدمصاص الصوديوم	S.A.R.
٥٠٨	٤	متشبع	Saturated
٥٠٩	٥	النسبة المئوية للتشبع	Saturated Percentage
٥١٠	١	قبة سوداثيل	Sauda-Nathıl Dome
٥١١	٤	رسم بياني انتشاري	Scatter Diagram
٥١٢	٢/٨	ركام	Screes
٥١٣	٣	حواجز بحرية	Sea Bars
٥١٤	٤	شبه ثابت	Semı-Stationary
٥١٥	٦	استشعر به	Sensed
٥١٦	٢	طرف جيولوجي أوسط	Septum

م	الفصل	التعريب	المصطلح
٥١٧	٦	مياه البلاليع	Sewage
٥١٨	٦	بلاليع	Sewers
٥١٩	٦	طين صفحي	Shales
٥٢٠	٢	طين صفحي وحجر جير ودولوميت تكوين الدمام	Shales, Limestone & Dolomite of Dammam Formation
٥٢١	٢	طين صفحي وحجر جير ودولومايت الدمام الأسفل	Shales, Limestone & Dolomite of Lower Dammam
٥٢٢	٢	مخاضات	Shallows
٥٢٣	٦	نطاقات ضحلة (تخص المياه الجوفية)	Shallow Zones
٥٢٤	٣	أشكال	Shapes
٥٢٥	٢	موقع تحدبي حاد	Sharp Anticline Position
٥٢٦	٦	إنسياب غطائي	Sheet Flow
٥٢٧	٥	أصداف	Shells
٥٢٨	٢	حطام صدفي بحري	Shelly Depris
٥٢٩	٥	حنظل (شري)	Sherry
٥٣٠	٢/٧	خط الشاطئ (سيف البحر)	Shore Line
٥٣١	٤	فترة دوام قصيرة	Short Duration
٥٣٢	١	مسافات ضيقة	Short Intervals
٥٣٣	٢	يفسر	Show
٥٣٤	٥	شجيرات قصيرة	Shurps
٥٣٥	٢	متسلكت (وجود السيليكا كمادة لاحمة)	Silicified
٥٣٦	٢	غرين (طمي)	Silt
٥٣٧	٦	تدرجات (انحدارات) متماثلة	Similar Gradient
٥٣٨	٢	مستوى طباقية بسيط	Simple Bedding Plane
٥٣٩	٢	قبة سمسمة	Simsima Dome
٥٤٠	٢	عضو جير سمسمة	Simsima Member
٥٤١	٤	جيب الزاوية	Sine
٥٤٢	٥	تربة هيكلية	Skeletal Soil
٥٤٣	٤	نسيم خفيف	Slight Breeze
٥٤٤	١	تراجع خلفي للسفح (تراجع المنحدر)	Slope Retreat
٥٤٥	٥	قنوات مياه صغيرة	Small Water Runnels
٥٤٦	٦	نار متجمرة غير ذات لهب	Smoldering
٥٤٧	٦	معدلة (مبسطة)	Smoothed
٥٤٨	٥	قواقع	Snails
٥٤٩	٥	تربة	Soil
٥٥٠	٥	لون التربة	Soil Colour
٥٥١	٥	رطوبة التربة	Soil Moisture



م	الفصل	التعريب	المصطلح
٥٥٢	٥	قطاعات التربة	Soil Profiles
٥٥٣	٥	ملوحة التربة	Soil Salinity
٥٥٤	٥	بنية التربة	Soil Structure
٥٥٥	٥	نسيج التربة	Soil Texture
٥٥٦	٤	إشعاع شمسي	Solar Insolation
٥٥٧	١	أغشية صلبة (غطاءات)	Solid Blankets
٥٥٨	٦	درجة التماسك (الصلابة)	Solid Ratio
٥٥٩	٢	توافق ما	Some Conformity
٥٦٠	٤	إقليم المصدر	Source Region
٥٦١	٥	اختلافات مكانية	Spacial Variations
٥٦٢	٦	الطاقة (السعة) النوعية	Specified Capacity
٥٦٣	٥	أنواع	Species
٥٦٤	٦	نوبات من المطر	Spells
٥٦٥	٣	ألسنة رملية أو حصوية	Spits
٥٦٦	٢	تربة مسامية (إسفنجية)	Spongy Soil
٥٦٧	٢/٧	مد أو جزر تام (ذروة المد أو الجزر العالي)	Spring Tide
٥٦٨	٤	زوابع ترابية (رعدية) أو التزوج بالفتح	Squalls
٥٦٩	٤	انحرافات معيارية	Standard Deviations
٥٧٠	٢	فترات توقف (شبه ثبات)	Stillstands
٥٧١	٦	معاملات التخزين	Storage Coefficients
٥٧٢	٢	علم وصف طبقات الأرض (دراسة التتابع الطباقي)	Stratigraphy
٥٧٣	٢	بنية (تركيب)	Structure
٥٧٤	٢	الخاصية البنيوية	Structure Character
٥٧٥	٥	شبه زاوية	Subangular
٥٧٦	١	مجرى تال	Subsequence
٥٧٧	٢	هابطة	Subsiding
٥٧٨	٥	تربة تحتية	Sub-Soil
٥٧٩	٦	أثبتت	Substantiate
٥٨٠	٢	تحتسطحية	Subsurface
٥٨١	٥	تربات صالحة للزراعة	Suitable Soils
٥٨٢	٦	سحنات كبريتية	Sulfate Faces
٥٨٣	٤	شروق الشمس	Sunshine
٥٨٤	٥	عالقة	Suspension
٥٨٥	٦	إثبات أو تتبع	Sustain

المصطلح	التعريب	الفصل	م
(T)			
Tanget	ظل الزاوية	٤	٥٨٦
Tanning	دباغة	٥	٥٨٧
Ta's Al-Karanah	طعس الكرعانة (اسم محلي)	٢	٥٨٨
TDS	مجموع الأملاح الصلبة الذائبة	٦	٥٨٩
Tectonic Stresses	إجهادات تكتونية	٢	٥٩٠
Terrestial Radiation	الإشعاع الأرضي	٤	٥٩١
Tertiary Formation	تكوينات الثلاثي	٢	٥٩٢
Tertiary Era	الحقب الثلاثي	٥	٥٩٣
Tertiary Period	الفترة الثلاثية	٢	٥٩٤
Tethys	بحر تيثس القديم (بقايا البحر الأبيض المتوسط)	٢/٧	٥٩٥
Texture	قوام (نسيج)	٥	٥٩٦
The Aruma	تكوينات العرمة	٢	٥٩٧
The Factors Control the Formation & Distribution of the Soil	العوامل التي تتحكم في تشكيل التربة وتوزيعها	٥	٥٩٨
The Green House Effect	أثر البيوت الزجاجية	٤	٥٩٩
The Lower Head Levels	مستويات جسم (كتلة) الماء الدنيا	٦	٦٠٠
The Main Qatari Dome	قبة قطر الرئيسة	٢	٦٠١
The Miocene	الميوسين (العصر الرابع من الزمن الثالث)	٢	٦٠٢
The Miocene Tiwar Sub-Area	منطقة الطوار الميوسينية	١	٦٠٣
The Physical and Chemical Properties	الخواص الطبيعية والكيميائية	٥	٦٠٤
The Pleistocene and Recent Period	فترة البليستوسين والحديث	٢	٦٠٥
The Pleistocene Ice Age	فترة الجليد البليستوسيني	٢	٦٠٦
The Plio-Pleistocene Period	الفترة البلايوسينية - البليستوسينية	٢	٦٠٧
The Pre-Glacial Phase	دور ما قبل الجليد	٢	٦٠٨
Thermometr	إبرة المحرار	٦	٦٠٩
The Sand Dunes Sub-Area	منطقة الكثبان الرملية	١	٦١٠
The Soil of Qatar	التربة في قطر	٥	٦١١
The Trades (Easterlies)	التجاريات	٤	٦١٢
The Westerlies	الغربيات (الرياح العكسية)	٤	٦١٣
Thick Fog	ضباب كثيف	٤	٦١٤
Thunder	رعد	٤	٦١٥
Thunder Storms	عواصف الرعد	٤	٦١٦
Tidal Channels	قنوات المد والجزر	٤	٦١٧
Tidal Streams	تيارات المد	٤	٦١٨
Time Former	عامل الزمن	٥	٦١٩



المصطلح	التعريب	الفصل	م
Tongues	ألسنة	٦	٦٢٠
Topography	طبوغرافيا (وصف ملامح سطح الأرض الطبيعية والبشرية)	٥	٦٢١
Topographic Features	ملامح طوغرافية	١	٦٢٢
Torrential	سيلي	٢	٦٢٣
Toxicity Elements	عناصر سامة	٦	٦٢٤
Transferred	انتقل (تحرك أو تحول إلى)	٦	٦٢٥
Transient	مؤقت	٦	٦٢٦
Transmissibility	سريان المياه (قابلية الانتقال)	٣/٦	٦٢٧
Transmission of Light	انتقال الضوء	٤	٦٢٨
Transmissometer	جهاز قياس الضباب	٤	٦٢٩
Transported	منقولة	٥	٦٣٠
Trash	العوادم (التفل)	٦	٦٣١
Tropical Cyclones	أعاصير مدارية	٤	٦٣٢
Tropical Mist Air Masses	كتل هوائية مدارية رطبة	٤	٦٣٣
Trough	منخفض الضغط (نطاق جوي، أخدود، بطن الموجة)	٤	٦٣٤
T-Test	اختبار ستودنت «ت»	٤	٦٣٥
Two Periods	فترتان (عصران) جيولوجيتان	٢	٦٣٦
(U)			
Umm Er-Rhadoma	تكوينات أم الراضومة	٢	٦٣٧
Uncemented	مفككة (غير ملتحمة)	٢	٦٣٨
Unconformity	عدم توافق	٢	٦٣٩
Undersaturated	دون حالة التشبع	٦	٦٤٠
Undulating	متموج	٦	٦٤١
Unit Width	عرض الوحدة	٦	٦٤٢
Unsaturated	غير مشبعة	٦	٦٤٣
Up-Coning	شكل مخروطي مقعر (فوهة بركان، قمعية الشكل)	٦	٦٤٤
Uplif Movements	حركات رأسية رافعة	٢	٦٤٥
Upward Displacement	إزاحة رأسية	٦	٦٤٦
Upward Leakage of Water	نشع المياه رأسيا (حركتها)	٦	٦٤٧
(V)			
Vapour Pressure	ضغط بخار الماء	٤	٦٤٨
Vapour Pressure Deficit	نقص في ضغط بحار الماء	٥	٦٤٩
Variable	متغيرة (غير مستقرة)	٦	٦٥٠

م	الفصل	التعريب	المصطلح
٦٥١	٤	متجه	Vector
٦٥٢	٦	خضراوات	Vegetables
٦٥٣	٦	رأسي	Vertical (ly)
٦٥٤	٦	غائرة	Very Steep
٦٥٥	٤	مدى الرؤيا	Visibility
٦٥٦	٦	فراغات (فجوات)	Viods
٦٥٧	٦	تجاويف صغيرة	Vuggies
			(W)
٦٥٨	٢	مخارج الأودية (مصباتها)	Wadi Mouths
٦٥٩	٤	جبهة دافئة	Warm Front
٦٦٠	٥	أملاح مذابة	Water-Soluble Salts
٦٦١	٦	مستوى المياه الجوفية	Water Table
٦٦٢	٤	بخار الماء	Water Vapor
٦٦٣	٢	مصاطب موجية القطع	Wave-Cut Benches
٦٦٤	٣	يفتت	Wear
٦٦٥	٢	تجوية كيميائية (تحلل الصخر وتفككه)	Weathering
٦٦٦	٣	متوسطات مرجحة	Weighted Means
٦٦٧	٥	تربات عارية رطبة	Wet Bare Soils
٦٦٨	٦	مدى واسع (بون عظيم)	Wide Range
٦٦٩	١	متباعدة	Wide-Spacing
٦٧٠	٢/١٠	حفر تذرية	Wind Blowouts
٦٧١	٢	فترة فيرم الجليدية	Wurm
			(X)
٦٧٢	٥	الجفافيات	Xerophytes
			(Z)
٦٧٣	٥	مجموعة نباتات السمر	Ziziphus Mumularia Community Type
٦٧٤	٥	تربات نطاقية	Zonal Soils

رقم الإيداع	٢٠٠٠/١١٣٤٦
I. S. B. N الترقيم الدولي	977-10-1357-2